
**INVENTARIO DE EMISIONES
DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE ESPAÑA
AÑOS 1990-2011**

**COMUNICACIÓN A LA SECRETARÍA DEL CONVENIO
MARCO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO
Y PROTOCOLO DE KIOTO**

**Ministerio de Agricultura, Alimentación
y Medio Ambiente**

Secretaría de Estado de Medio Ambiente

**Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental
y Medio Natural**

**Subdirección General de Calidad del Aire
y Medio Ambiente Industrial**

Abril de 2013

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	RE.1
RE.1 Información de base sobre los inventarios de gases de efecto invernadero y el cambio climático	RE.1
RE.2 Tendencias agregadas de emisiones y absorciones.....	RE.5
RE.3 Tendencias de las emisiones por gas y sector	RE.9
RE.4 Tendencia de otros gases de efecto invernadero indirecto	RE.15
1 INTRODUCCIÓN	1.1
1.1 Información de base sobre los inventarios de gases de efecto invernadero, cambio climático e información suplementaria para el Protocolo de Kioto	1.1
1.2 Descripción de los arreglos institucionales, legales y procedimentales adoptados para la planificación, preparación y gestión del inventario	1.5
1.3 Preparación del Inventario.....	1.17
1.4 Descripción general de las metodologías y las fuentes de datos utilizadas	1.28
1.5 Breve descripción de las categorías clave.....	1.37
1.6 Información sobre el plan de control y garantía de calidad	1.41
1.7 Evaluación general de la incertidumbre	1.53
1.8 Evaluación general de la exhaustividad.....	1.57
Apéndice 1.1 Lista de comprobación de los contenidos a informar sobre el SEI y los cambios en el mismo.....	1.59
Apéndice 1.2 Formulario específico para el levantamiento de la confidencialidad de la información	1.60
2 TENDENCIAS DE LAS EMISIONES	2.1
2.1 Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones agregadas.....	2.1
2.2 Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones por gases (excluido LULUCF)	2.8
2.3 Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones por sectores (excluido LULUCF).....	2.13
2.4 Descripción e interpretación de las tendencias para los gases de efecto invernadero indirecto (excluido LULUCF)	2.18
2.5 Emisiones y absorciones del sector LULUCF-PK	2.19

3 ENERGÍA	3.1
3.1 Panorámica del sector	3.1
3.2 Producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a).....	3.12
3.3 Refinerías de petróleo (1A1b).....	3.24
3.4 Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c) ..	3.31
3.5 Combustión en la industria (1A4)	3.39
3.6 Tráfico aéreo nacional (1A3a)	3.59
3.7 Transporte por carretera (1A3b)	3.68
3.8 Tráfico marítimo nacional (1A3d).....	3.97
3.9 Combustión en otros sectores (1A4)	3.104
3.10 Emisiones fugitivas – combustibles sólidos (1B1).....	3.122
3.11 Emisiones fugitivas – petróleo y gas natural (1B2)	3.133
3.12 Industrias de la producción y transformación de energía (1A1)	3.150
3.13 Otras fuentes.....	3.153
4 PROCESOS INDUSTRIALES	4.1
4.1 Panorámica del sector.....	4.1
4.2 Producción de cemento (2A1)	4.8
4.3 Producción de cal (2A2)	4.12
4.4 Uso de piedra caliza y dolomita (2A3)	4.18
4.5 Producción de hierro y acero (2C1).....	4.22
4.6 Procesos industriales (2 excepto 2A1, 2A2, 2A3 y 2C1).....	4.31
4.7 Producción de ácido nítrico (2B2).....	4.42
4.8 Producción de aluminio (2C3)	4.46
4.9 Fabricación de HCFC-22 (2E1)	4.51
4.10 Consumo de halocarburos y SF ₆ (2F).....	4.53
4.11 SF ₆ en equipos eléctricos (2F8).....	4.60
4.12 Otras fuentes.....	4.65
5 USO DE DISOLVENTES Y USO DE OTROS PRODUCTOS.....	5.1
5.1 Panorámica del sector.....	5.1
5.2 Uso de disolventes y otros productos (3).....	5.3

6 AGRICULTURA.....	6.1
6.1 Panorámica del sector.....	6.1
6.2 Fermentación entérica en ganado doméstico- CH ₄ (4A).....	6.7
6.3 Gestión de Estiércoles - CH ₄ (4B)	6.18
6.4 Suelos Agrícolas - N ₂ O (4D).....	6.24
6.5 Gestión de Estiércoles - N ₂ O (4B).....	6.34
6.6 Otras fuentes clave	6.41
7 USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA	7.1
7.1 Panorámica del sector.....	7.1
7.2 Sistemas forestales. Bosques (5A).....	7.21
7.3 Cultivos agrícolas (5B)	7.54
7.4 Pastizales (5C).....	7.72
7.5 Humedales (5D)	7.79
7.6 Asentamientos (5E).....	7.81
7.7 Otras tierras (5F).....	7.91
7.8 Otros	7.94
7.9 Emisiones directas de N ₂ O por fertilizaciones de N en bosques y otros	7.94
7.10 Emisiones de gases distintos del CO ₂ por drenaje de suelos forestales y humedales	7.94
7.11 Emisiones de N ₂ O por alteraciones asociadas con conversión de otros usos de tierra a tierras agrícolas	7.94
7.12 Emisiones de CO ₂ por aplicación de enmiendas calizas en agricultura	7.94
7.13 Quema de biomasa	7.94
Referencias.....	7.94
Apéndice 7.1	7.96
8 RESIDUOS	8.1
8.1 Panorámica del sector.....	8.1
8.2 Depósito en vertederos – CH ₄ (6A)	8.9
8.3 Tratamiento de las aguas residuales de origen industrial y residencial-comercial – CH ₄ (6B).....	8.24
8.4 Otras categorías no clave.....	8.37

10 NUEVOS CÁLCULOS Y MEJORAS	10.1
10.1 Explicación y justificación de los nuevos cálculos.....	10.1
10.2 Implicaciones en los niveles de emisión	10.2
10.3 Implicaciones en las tendencias de las emisiones.....	10.19
10.4 Realización de nuevos cálculos y mejoras previstas en el inventario	10.27
Apéndice 10.1	10.43
11 INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA SOBRE ACTIVIDADES DE LULUCF REQUERIDA POR EL PROTOCOLO DE KIOTO (LULUCF-PK).....	11.1
11.1 Información general.....	11.1
11.2 Información relacionada con el suelo	11.6
11.3 Información específica por actividades	11.12
11.4 Artículo 3.3	11.29
11.5 Artículo 3.4	11.33
11.6 Otra información.....	11.39
11.7 Información relativa al Artículo 6	11.41
Apéndice 11.1 Consultas sobre los recálculos de KP-LULUCF en las tablas del CRF.....	11.42
12 INFORMACIÓN RELATIVA A LA CONTABILIDAD DE UNIDADES DEL PROTOCOLO DE KIOTO	12.1
12.1 Introducción y antecedentes.....	12.1
12.2 Información presentada a través de las tablas SEF.....	12.1
12.3 Discrepancias y notificaciones.....	12.2
12.4 Información accesible al público	12.2
12.5 Cálculo de la reserva para el período de compromiso (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 18).....	12.4
13 INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL SISTEMA ESPAÑOL DE INVENTARIO (SEI)	13.1
14 INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL REGISTRO NACIONAL Y OTRA INFORMACIÓN RELATIVA AL REGISTRO NACIONAL	14.1
14.1 Introducción y antecedentes.....	14.1
14.2 Información sobre cambios en el Registro Nacional	14.1
14.3 Información sobre recomendaciones de revisiones previas.....	14.6
15 INFORMACIÓN SOBRE LA MINIMIZACIÓN DE EFECTOS ADVERSOS DE ACUERDO AL ART 3.14 DE PROTOCOLO DE KIOTO	15.1

Anexo 1.- categorías clave	A1.1
Anexo 2 Examen detallado de la metodología y los datos para estimar las emisiones de CO ₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles.....	A2.1
Anexo 3.- Otras descripciones metodológicas detalladas de determinados sectores	A3.1
Anexo 4.- Enfoque de referencia y su comparación con el enfoque sectorial	A4.1
Anexo 5.- Evaluación de exhaustividad	A5.1
Anexo 6.- Información adicional considerada como parte del informe sobre el inventario	A6.1
Anexo 7.- Evaluación de incertidumbre	A7.1
Anexo 8.- Factores de emisión de CO ₂ y PCI de los combustibles	A8.1

UNIDADES Y CONVERSIONES

Sistema internacional de unidades

Potenciales de calentamiento atmosférico

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN EJECUTIVO

En este capítulo se presenta un breve resumen de los aspectos más destacados del “Inventario General de Gases de Efecto Invernadero de España 1990-2011” y de la información suplementaria sobre las actividades de “Uso del suelo, cambios de uso del suelo y selvicultura” (LULUCF) requerida en el ámbito del Protocolo de Kioto.

RE.1.- Información de base sobre los inventarios de gases de efecto invernadero y el cambio climático

RE.1.1.- Cambio climático

A partir de 1980 aumenta, tanto en la sensibilidad de la población como en la agenda de los responsables políticos, la consideración de la influencia que las actividades humanas pueden estar ejerciendo sobre el cambio climático. Como respuesta a estos planteamientos se crea en el año 1988 el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) con el objetivo de estudiar en profundidad el fenómeno del cambio climático, sus causas, efectos, y políticas de prevención y adaptación al mismo. En el plano político, y en el marco de Naciones Unidas, se adoptó en el año 1992 el Convenio Marco sobre Cambio Climático al que se han ido adhiriendo sucesivamente países de los distintos contextos y ámbitos geográficos. Un salto cualitativo importante en esta línea fue el establecimiento, en el año 1997, del Protocolo de Kioto con el que los países de la Unión Europea y otros países industrializados (los llamados países del Anexo I) se comprometieron a limitar las emisiones de gases que influyen en el calentamiento global de la atmósfera y que no eran objeto del Protocolo de Montreal, compromiso que se concretó en una reducción del 5% de las emisiones de estos gases en el periodo 2008-2012 con relación a sus niveles en el año 1990. La Unión Europea, con un planteamiento más ambicioso, se comprometió a una reducción en el mismo periodo del 8%.

El Reino de España y la Unión Europea ratificaron en 2002 el Protocolo de Kioto, y éste entró en vigor en 2005 al alcanzarse las cuotas ponderadas mínimas exigidas de países firmantes y emisiones cubiertas. Para España, que en 1990 partía de un nivel de desarrollo socioeconómico muy diferente de la media de los países entonces integrantes de la Unión Europea, se acordó con base en el “Acuerdo de Reparto de la Carga entre Países de la Unión Europea” un techo de emisión en el periodo de cómputo del Protocolo de Kioto de un 15% sobre el año base (1990 para los tres gases principales de efecto invernadero, dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, y 1995 para los gases fluorados, hidrofluorocarburos, perfluorocarburos, y hexafluoruro de azufre).

El potencial de calentamiento atmosférico de los gases reseñados proviene del atrapamiento que ejercen sobre la radiación infrarroja solar reflejada por la Tierra. El incremento sostenido de las concentraciones de estos gases en la atmósfera desde el inicio de la revolución industrial y especialmente la aceleración de las concentraciones en los últimos 50 años debido a las actividades humanas, es lo que sitúa la limitación y reducción de las emisiones antropogénicas de estos gases como objetivo instrumental para conseguir

la reducción de sus concentraciones en la atmósfera hasta niveles que no impliquen efecto en el calentamiento global atmosférico atribuible a las actividades humanas.

Las cantidades emitidas de estos gases y sus potenciales de calentamiento son muy variables según las sustancias consideradas. En cuanto a las cantidades emitidas, el dominante es, en España y en la mayoría de los países, el CO₂, y con cifras significativas el CH₄ y N₂O, mientras que el efecto de los gases fluorados, todavía limitado, es objeto de especial interés dados sus altos potenciales de calentamiento atmosférico y el hecho de que para determinadas especies las emisiones muestren actualmente una trayectoria expansiva.

En definitiva, éste es el interés del conocimiento preciso de las emisiones de gases de efecto invernadero que facilita el inventario nacional y que constituye el objeto de la presentación de este informe.

RE.1.2.- Inventario de gases de efecto invernadero

Esta sección hace referencia al Inventario General de Gases de Efecto Invernadero (GEI), edición correspondiente al año 2013, serie anual 1990-2011, que España presenta a la Secretaría del Convenio Marco de Cambio Climático (SCMCC), en cumplimiento de lo establecido en los artículos 4 y 12 de dicho Convenio y las Decisiones relevantes de la Conferencia de las Partes (COP) del Convenio, y específicamente la Decisión 14/CP.11, plasmada en el documento FCCC/SBSTA/2006/9¹, las Decisiones relevantes de las Partes que son también Partes del Protocolo de Kioto (CMP), y específicamente la Decisión 6/CMP.3), plasmada en el documento FCCC/KP/CMP/2007/9/Add.2²; y en el documento de actualización denominado “Esquema Anotado para el Informe de Inventario Nacional que incluye los elementos referentes al Protocolo de Kioto³”, elaborados todos ellos por la SCMNUCC. La presentación de los inventarios se realiza siguiendo las directrices para informes que quedaron plasmadas en el documento FCCC/SBSTA/2006/9⁴ y en el documento de actualización denominado “Esquema Anotado para el Informe de Inventario Nacional que incluye los elementos referentes al Protocolo de Kioto⁵”, elaborados ambos por la SCMNUCC. La presentación de las tablas de los inventarios en formato electrónico que acompañan a este informe se ha realizado utilizando el software habilitado al efecto (CRF Reporter, versión 3.6.2) por la SCMNUCC para la cumplimentación del Formulario Común para Informes (FCI) y que incluye también las tablas específicas para la información adicional requerida en el ámbito del Protocolo de Kioto.

¹ <http://unfccc.int/resource/docs/2006/sbsta/eng/09.pdf>

² <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cmp3/fre/09a02.pdf>

³ http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/reporting_requirements/application/pdf/annotated_nir_outline.pdf

⁴ <http://unfccc.int/resource/docs/2006/sbsta/eng/09.pdf>

⁵ http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/reporting_requirements/application/pdf/annotated_nir_outline.pdf

De conformidad con lo anterior, y teniendo en cuenta específicamente que España debe informar sobre la misma materia tanto a la Comisión de la Unión Europea como a la SCMNUCC y al Protocolo de Kioto, resulta obvia la necesidad de asegurar que el soporte y contenido de la información de los inventarios sea común para los envíos del inventario realizados a sendas instancias internacionales, lo que se garantiza con la estructura común adoptada en el inventario español para el envío a dichas instituciones. Este formato común es el establecido en los ya citados documentos de la SCMNUCC e incluye el IIN y el conjunto de las tablas del FCI.

En cuanto a las sustancias contaminantes objeto del inventario, la información de las tablas FCI se presenta tanto en unidades de masa de cada gas como en masa de dióxido de carbono equivalente ($\text{CO}_2\text{-eq}$) para cada una de las sustancias consideradas en el Anexo A del Protocolo de Kioto, que incluye los seis gases o grupos de gases con efecto directo sobre el calentamiento atmosférico siguientes: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC), y hexafluoruro de azufre (SF_6). Adicionalmente, se presentan las emisiones estimadas de los cuatro gases siguientes con efecto indirecto sobre el calentamiento atmosférico: óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), así como de los óxidos de azufre (SO_x). Dentro de la categoría 5 de IPCC “Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura” se estiman las variaciones de carbono, y las emisiones o absorciones de CO_2 asociadas a ellas, para los distintos depósitos de carbono y las emisiones de otros gases (no- CO_2) originadas por los incendios forestales. Esta edición 2013 del inventario actualiza, revisando en su caso, las estimaciones dadas para los años del periodo 1990-2010 en la edición anterior, al tiempo que extiende al año 2011 las series temporales. La revisión, cuando ha procedido, de las estimaciones de determinadas partidas de los inventarios ha venido motivada por factores diversos entre los que cabe mencionar: a) la propia revisión de las estadísticas y datos de base, b) los cambios en las metodologías (selección de métodos, factores y algoritmos) de estimación como consecuencia de las mejoras en el conocimiento de los procesos generadores de las emisiones, y c) eventualmente, la subsanación de errores detectados.

La elaboración periódica de inventarios de emisiones de contaminantes a la atmósfera se inició en España hace dos décadas al objeto de cumplir los compromisos de información contraídos en el marco de la Unión Europea y en diversos Convenios Internacionales, así como para servir de fuente esencial de información para el conocimiento del estado del medio ambiente y, el diseño y seguimiento de políticas y medidas medioambientales, y en particular de las referidas al medio atmosférico. Asimismo sirve de información de base para la elaboración de las cuentas ambientales del Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Inventario está integrado dentro del Plan Estadístico Nacional con asignación de un número propio de operación estadística.

Hoy en día, los datos del inventario nacional permiten atender las obligaciones y necesidades de información derivadas de los compromisos internacionales que esquemáticamente se reseñan en el cuadro RE1.1.1:

Cuadro RE1.1.1.- Resumen compromisos internacionales de información sobre inventarios de emisiones

-	Convenio de Ginebra sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza y a Larga Distancia y sus Protocolos derivados. Informe anual y estimación de emisiones de contaminantes acidificantes y precursores de ozono, metales pesados, partículas y contaminantes orgánicos persistentes.
-	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y Protocolo de Kioto. Informe anual y estimación de emisiones de gases de efecto invernadero.
-	Unión Europea: <ul style="list-style-type: none"> o Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos. Informe anual y estimación de emisiones de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y amoníaco. o Decisión 280/2004/CE (y Decisión 2005/166/CE sobre sus procedimientos de aplicación) del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de febrero de 2004, relativa a un mecanismo para el seguimiento de las emisiones de efecto invernadero en la Comunidad y para la aplicación del Protocolo de Kioto. Informe anual y estimaciones de emisiones.

Para poder cumplir estas obligaciones una condición primordial que debe respetarse es que la elaboración de los inventarios se lleve a cabo conforme a los criterios exigidos en cada momento. Ello obliga a someter los inventarios y su procedimiento de elaboración a un proceso continuo de mejora y reajuste conforme van evolucionando las directrices y metodologías exigidas en cada caso.

Conforme lo previsto en el Protocolo de Kioto (Art. 5.1), y de acuerdo también con lo dispuesto en la Decisión 280/2004/CE (Art. 4.4), España designó, mediante el Real Decreto 401/2012⁶, a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural como la autoridad competente del Sistema Español de Inventario para la elaboración de la información y de las proyecciones precisas para orientar las políticas destinadas a prevenir la contaminación y garantizar la calidad ambiental, en particular lo referente a las tecnologías, la producción, gestión y traslados de residuos, la contaminación atmosférica y la evaluación ambiental.

Además, aunque los requisitos fijados para la elaboración del SEI de gases de efecto invernadero son más exigentes que los que se vienen aplicando para el resto de los inventarios de emisiones a la atmósfera, España no se limita a aplicar el SEI exclusivamente para la elaboración de los inventarios concernientes al Protocolo de Kioto sino que, por razones de coherencia, optimización de recursos y eficacia ha optado por desarrollar el SEI de forma que cubra todas las obligaciones mencionadas en el cuadro RE1.1.1. Por lo tanto, todos los arreglos institucionales, jurídicos y de procedimiento a los que se hace referencia en este documento han de entenderse como de aplicación a la elaboración de todos los inventarios de emisiones de contaminantes a la atmósfera citados en el cuadro RE1.1.1.

RE.1.3.- Información suplementaria para LULUCF-PK

Aunque en el epígrafe anterior se describen de forma general los aspectos relacionados con la información de base del inventario de gases de efecto invernadero a presentar a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, España,

⁶ Real Decreto 401/2012, de 17 de febrero, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

siendo parte de esa Convención y también del Protocolo de Kioto, debe presentar la información complementaria requerida en el Art. 7, párrafo 3 de dicho Protocolo, según quedó establecido en la Decisión 15/CMP.1 (Guías para el Informe) y en la Decisión 15/CP.10 (Guías de Buenas Prácticas referentes a las actividades de Uso de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura con respecto al Art. 3 párrafos 3 y 4 del Protocolo de Kioto).

La información suplementaria que España presenta al Protocolo de Kioto se encuentra esencialmente contenida en los capítulos 11 a 15, y adicionalmente en secciones específicas del Resumen Ejecutivo, de los capítulos 1 y 2, y de los Anexos 1 a 8 de este informe. En las tablas CRF se presentan, en dicho formato, las tablas específicas requeridas en el ámbito del Protocolo de Kioto.

Como información suplementaria en el ámbito del Protocolo de Kioto España contabiliza las variaciones de carbono y las emisiones o absorciones asociadas en unidades de masa de CO₂, para los principales depósitos de carbono, debidas a actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (LULUCF) del artículo 3, párrafo 3, y las actividades adicionales del artículo 3 párrafo 4 elegidas (gestión forestal y gestión de tierras agrícolas). En el caso de los depósitos de carbono orgánico del suelo, de los depósitos de madera muerta y de detritus forestales se argumenta que los mismos no constituyen una fuente emisora en la actividad 3.4 “gestión forestal”.

Como parte de la información suplementaria para el Protocolo de Kioto, pero separada de los componentes NIR y CRF, se incluyen en el envío las tablas SEF (Standard Electronic Format for reporting Kyoto Protocol units) elaboradas de acuerdo con las instrucciones de la aplicación SEF recogidas en el documento “User’s guide SEF” versión 1.2.1.

RE.2.- Tendencias agregadas de emisiones y absorciones

RE.2.1.- Inventario de gases de efecto invernadero

Para valorar las consecuencias que las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero pueden ejercer sobre el calentamiento general de la atmósfera, las cifras estimadas de emisiones se presentan en unidades de CO₂-equivalente, ponderando las correspondientes a cada gas con los respectivos coeficientes asignados, a un horizonte de 100 años, en el Segundo Informe de Evaluación (1995) elaborado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC)⁷. El intervalo de años inventariado en esta edición se extiende desde 1990 a 2011. Como cifra de referencia (cifra de año base) para examinar la evolución temporal de las emisiones agregadas (sin contabilizar las emisiones y absorciones correspondientes a “Uso de la Tierra, Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura”) se toma la cifra oficialmente aprobada que sirve como base para el cálculo

⁷ IPCC ha publicado en 2001 y 2007, respectivamente su Tercer y Cuarto Informe de Evaluación sobre Cambio Climático, en los que actualiza la estimación de los potenciales de calentamiento de los gases, pero estas actualizaciones no han tenido hasta ahora implicación para la evaluación de los compromisos ya adquiridos de reducción de emisiones por los países que han ratificado el Protocolo de Kioto.

de la Cantidad Asignada a España para la valoración del cumplimiento del compromiso del Protocolo de Kioto⁸. La cifra del año base fue fijada tras la verificación en el año 2007 de la edición de 2006 (serie 1990-2004) del inventario español por el equipo comisionado al efecto por la SCMNUCC⁹.

En la tabla RE.2.1.1 se muestran, tanto en términos absolutos (gigagramos de CO₂-eq) como en términos de índice temporal (100 en el año base), los valores correspondientes a las emisiones brutas totales (excepción hecha de las que correspondan al sector "Uso de la Tierra, Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura" que se computan separadamente). La representación gráfica del índice temporal se ofrece en las figuras RE.2.1.1 y RE.2.1.2, donde se muestran respectivamente el índice de evolución temporal y los porcentajes de variación interanual de las emisiones del agregado del Inventario. Se puede observar que las emisiones totales se sitúan en 2011 en un 21,0% por encima del año base, valor que se eleva a un 30,6% cuando se compara la media del último quinquenio, 2007-2011 con el mismo año base¹⁰. En conjunto, la evolución del índice ha venido marcada por un crecimiento sostenido en el periodo inventariado, excepción hecha de los años 1993, 1996 y 2006 en que se registran descensos respecto al año anterior, siguiendo la serie con dos caídas consecutivas muy importantes en los años 2008 y 2009, una caída de menor nivel en 2010 y un ligero repunte en 2011.

Tabla RE.2.1.1.- Evolución del agregado de emisiones

Valores absolutos (Gg CO₂-eq)

Año base PK	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
289.773,21	282.788,74	312.696,93	378.775,82	432.834,41	432.009,28	398.876,39	362.713,25	348.641,31	350.483,69

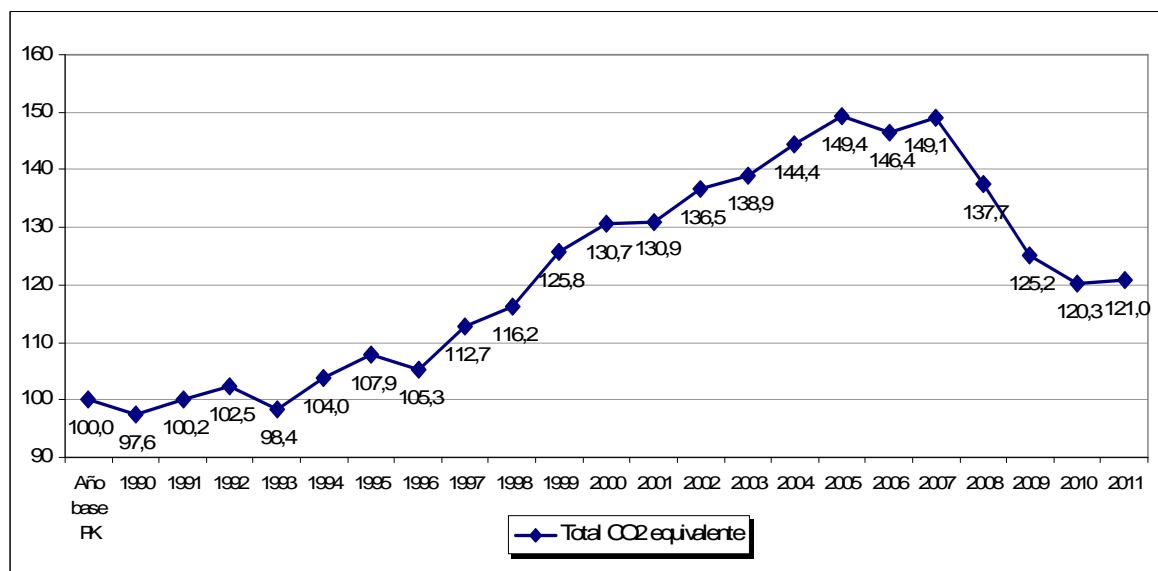
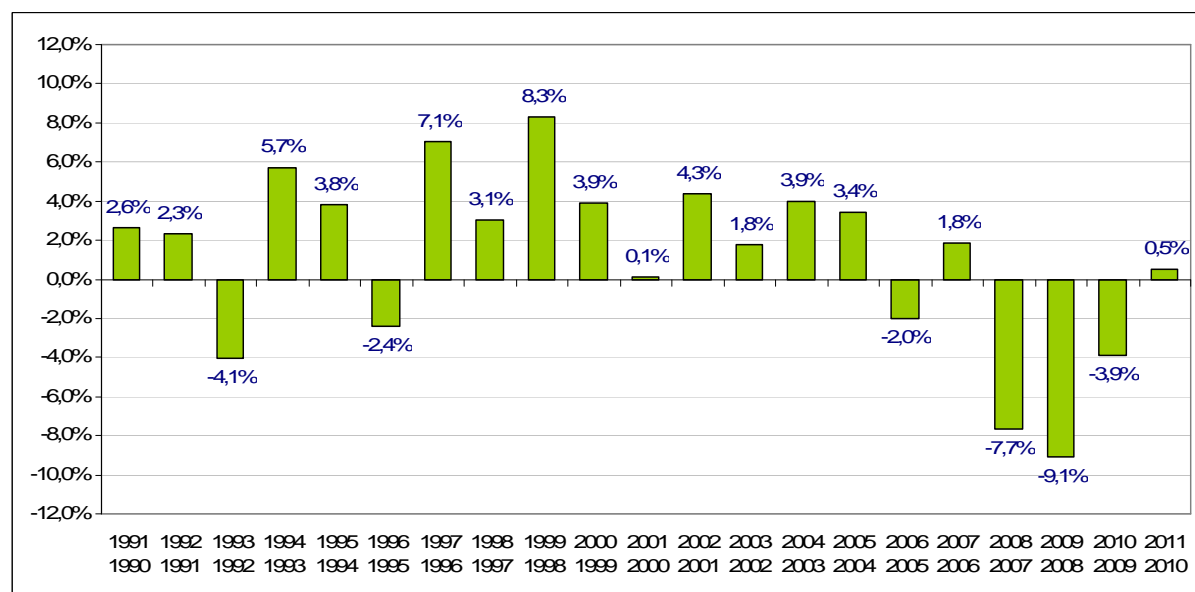
Índice de evolución anual (año base = 100)

Año base PK	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	Quinquenio 2007-2011
100	97,6	107,9	130,7	149,4	149,1	137,7	125,2	120,3	121,0	130,6

⁸ La cifra exacta del año base tomada para el cálculo de la cantidad asignada (Año base PK) fue de 289.773.205,032 toneladas de CO₂-eq; y la cantidad asignada para el compromiso del cumplimiento del Protocolo de Kioto en el periodo 2008-2012 es de 1.666.195.929 toneladas de CO₂-eq

⁹ Para la estimación de la cifra del año base se tomó como referencia el año 1990 para el CO₂, CH₄ y N₂O y el año 1995 para los gases fluorados HFC, PFC y SF₆, por lo que el año base es en sí un híbrido de los dos anteriores y no corresponde a un año natural concreto.

¹⁰ La comparación de la media quinquenal 2007-2011 con el año base es similar a la que deberá hacerse en el quinquenio 2008-2012 para su comparación con el año base.

Figura RE.2.1.1.- Índice de evolución del agregado de emisiones**Figura RE.2.1.2.- Variación interanual (porcentaje)**

En la tabla RE.2.1.2 se muestran, en el bloque superior, los valores correspondientes a las absorciones netas, expresadas en Gg de CO₂ (mostradas con signo negativo) provenientes de las actividades de “Uso de la Tierra, Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura” (LULUCF); y en el bloque inferior, el índice de evolución temporal de estas absorciones tomando como base 100 el año 1990. La figura RE.2.1.3 muestra el gráfico de este último índice a lo largo de todos los años del periodo inventariado. De la observación de los datos anteriores se desprende que las absorciones netas de CO₂ se sitúan en 2011 un 52,2% por encima del año 1990, frente al 52,0% de la media del último quinquenio, 2007-2011. En conjunto, la evolución del índice presenta cuatro periodos diferenciados: i) el

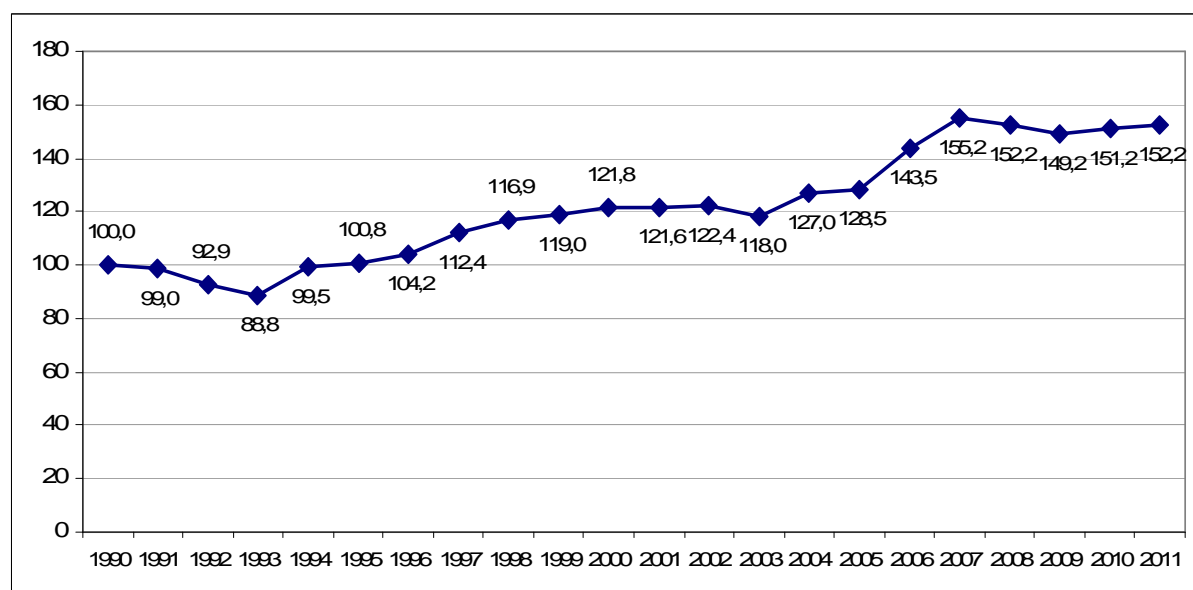
correspondiente a los años 1990-1993 con una absorción decreciente, cuya pauta de evolución temporal viene, en gran parte, determinada por el cambio en el flujo neto de las tierras agrícolas; ii) el correspondiente a los años 1994-2005, con una pauta general de aumento del sumidero en las tierras forestales, y dentro de ellas por la contribución de las forestaciones; iii) el periodo 2005-2007 con un incremento más acusado de las absorciones, que se debe a una contribución especialmente destacada de las tierras agrícolas; y iv) el periodo 2007-2011, donde nuevamente la contribución de las tierras agrícolas determina la pauta de evolución del agregado.

Tabla RE.2.1.2.- Evolución de las absorciones netas en LULUCF

Valores absolutos (Gg CO ₂ -eq)								
1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
-19.106	-19.257	-23.263	-24.545	-29.651	-29.087	-28.508	-28.895	-29.071

Índice de evolución anual (año 1990 = 100)									
1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	Quinquenio 2007-2011
100,0	100,8	121,8	128,5	155,2	152,2	149,2	151,2	152,2	152,0

Figura RE.2.1.3.- Índice de evolución de las absorciones netas en LULUCF



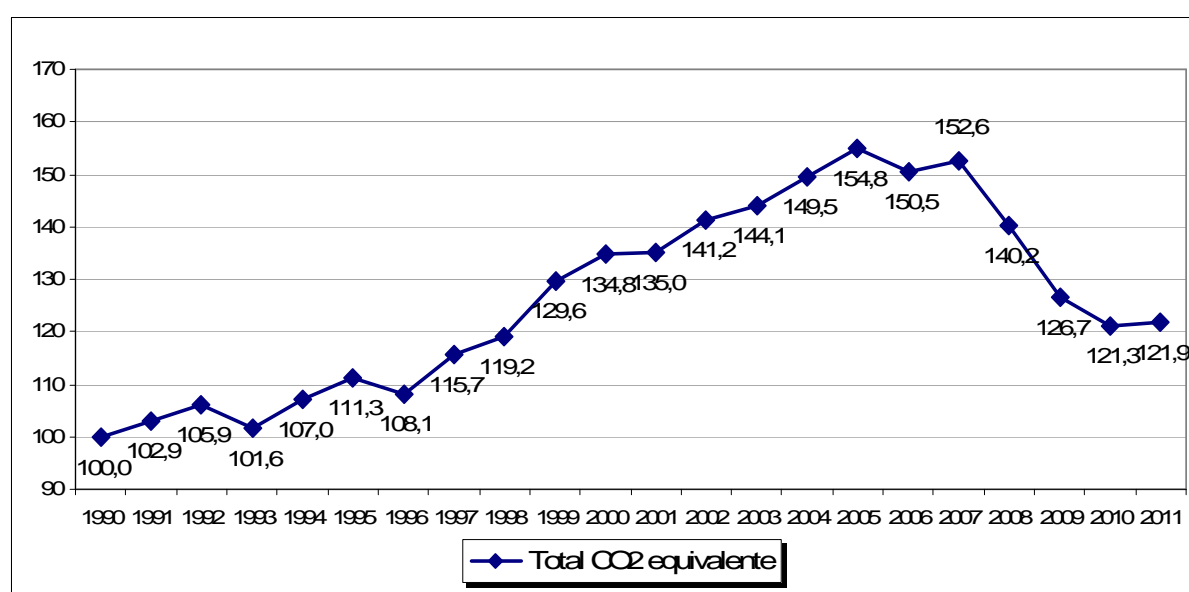
A continuación se muestra la evolución de las emisiones netas de CO₂-eq del conjunto del inventario, con inclusión del sector LULUCF. En la tabla RE.2.1.3 se muestran los valores absolutos de estas emisiones netas, y en la figura RE.2.1.4 el índice de evolución temporal de las mismas, tomando como base 100 el año 1990. Se observa que, con relación a las emisiones del inventario sin el sector LULUCF, se mantiene en términos generales el perfil del índice, pero que, en valores absolutos, se ha producido un significativo descenso, que es prácticamente proporcional con respecto a la serie sin LULUCF.

Tabla RE.2.1.3.- Índice de evolución de las emisiones netas**Valores absolutos (Gg CO₂-eq)**

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
263.682,99	293.440,33	355.512,90	408.289,44	402.358,16	369.789,28	334.205,28	319.745,85	321.412,46

Índice de evolución anual (año base = 100)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	Quinquenio 2007-2011
100,0	111,3	134,8	154,8	152,6	140,2	126,7	121,3	121,9	132,5

Figura RE.2.1.4.- Índice de evolución de las emisiones netas**RE.2.2.- Actividades LULUCF-PK**

En esta edición del inventario se cubre la información de actividades LULUCF para el Protocolo de Kioto (LULUCF-PK) para los años 1990, 2008, 2009, 2010 y 2011. La información del año 1990 es especialmente relevante para poder calcular el balance neto-neto requerido para la gestión de tierras agrícolas de los años del periodo de compromiso de Kioto (2008, 2009, 2010 y 2011).

Dado que únicamente se cuenta con información disponible de cuatro años 2008-2011¹¹ no se presenta una explicación de tendencias sobre una serie temporal para este

¹¹ De acuerdo con las indicaciones recibidas de equipo revisor del inventario de la Unión Europea (EU LULUCF ERT (JRC)) la información para el año 1990 se ha omitido con la excepción de la correspondiente a la actividad de gestión de tierras agrícolas, habiéndose reseñado para las restantes actividades en dicho año la etiqueta "NA" (no aplicable), pues para ellas no es relevante la información del año 1990 para la contabilización de los compromisos del Protocolo de Kioto.

apartado de actividades LULUCF-PK, al no disponerse de una muestra temporal suficiente. En todo caso se remite al epígrafe RE.3.2 para la presentación de los resultados correspondientes a los años citados.

RE.3.- Tendencias de las emisiones por gas y sector

RE.3.1.- Inventario de gases de efecto invernadero

En la tabla RE.3.1.1 se recogen las estimaciones de las emisiones, por tipo de gas (excepción hecha de las emisiones y absorciones que correspondan al sector "Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura" que se computan separadamente), para los seis grupos o especies ya indicados con efecto directo sobre el calentamiento: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, y SF₆. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en términos absolutos (Gg CO₂-eq); en la parte central las contribuciones porcentuales a las emisiones brutas totales de CO₂-eq del total del inventario; y en la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (100 en el año 1990 para CO₂, CH₄ y N₂O; 1995 = 100 para los gases fluorados).

Tabla RE.3.1.1.- Evolución de las emisiones por tipo de gas

Cifras en Gg CO ₂ -eq									
GAS	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂	226.712,82	253.892,17	307.023,20	367.311,97	363.812,95	333.386,61	296.949,74	280.938,34	284.407,33
CH ₄	26.586,45	28.450,45	32.162,63	33.183,87	33.874,03	33.259,98	33.494,97	33.348,63	33.154,86
N ₂ O	26.136,45	24.767,91	30.583,75	26.373,45	27.372,17	24.505,66	24.239,57	25.377,72	23.934,30
HFC	2.403,18	4.645,55	8.365,60	5.405,39	6.283,76	7.043,22	7.368,77	8.294,37	8.279,39
PFC	882,92	832,52	436,03	288,15	298,17	314,84	297,27	303,69	313,45
SF ₆	66,92	108,34	204,60	271,57	368,20	366,08	362,93	378,57	394,35
TOTAL GASES	282.788,74	312.696,93	378.775,82	432.834,41	432.009,28	398.876,39	362.713,25	348.641,31	350.483,69
Porcentaje sobre el total de CO ₂ -eq del inventario									
GAS	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂	80,17	81,19	81,06	84,86	84,21	83,58	81,87	80,58	81,15
CH ₄	9,40	9,10	8,49	7,67	7,84	8,34	9,23	9,57	9,46
N ₂ O	9,24	7,92	8,07	6,09	6,34	6,14	6,68	7,28	6,83
HFC	0,85	1,49	2,21	1,25	1,45	1,77	2,03	2,38	2,36
PFC	0,31	0,27	0,12	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09
SF ₆	0,02	0,03	0,05	0,06	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11
TOTAL GASES	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Índice de evolución anual (año 1990 = 100; 1995 = 100 para los gases fluorados))									
GAS	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂	100,0	112,0	135,4	162,0	160,5	147,1	131,0	123,9	125,4
CH ₄	100,0	107,0	121,0	124,8	127,4	125,1	126,0	125,4	124,7
N ₂ O	100,0	94,8	117,0	100,9	104,7	93,8	92,7	97,1	91,6
HFC	51,7	100,0	180,1	116,4	135,3	151,6	158,6	178,5	178,2
PFC	106,1	100,0	52,4	34,6	35,8	37,8	35,7	36,5	37,7
SF ₆	61,8	100,0	188,8	250,7	339,9	337,9	335,0	349,4	364,0

Al efectuar el examen por tipo de gas, tabla RE.3.1.1, es de destacar el dióxido de carbono como componente dominante, con un peso en torno al 80% (un 80,2% en 1990 y llegando hasta el 81,1% en 2011). Las dos siguientes posiciones las ocupan el metano y el óxido nitroso, con contribuciones relativamente similares pero en general mayores para el primero que para el segundo, pasando el metano del 9,4% al 9,5% y el óxido nitroso del 9,2% al 6,8% entre el año 1990 y el 2011. El conjunto de los gases fluorados se muestra con

un rango de participación comprendida entre 1,1% (año 1991) y 2,6% (año 2011) a lo largo del periodo inventariado.

En la tabla RE.3.1.2 se recogen las estimaciones de las emisiones por sector de actividad, distinguiendo los siguientes grupos de la nomenclatura IPCC: Energía, Procesos Industriales, Uso de Disolventes y Otros Productos, Agricultura, y Residuos. No se incluye aquí el cómputo de las emisiones/absorciones¹² del Sector 5 "Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura", como quedó reflejado en el epígrafe RE.2. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en términos absolutos (Gg CO₂-eq), en la parte central las contribuciones porcentuales a las emisiones brutas totales de CO₂-eq y en la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (100 en el año base) para cada grupo considerado.

Tabla RE.3.1.2.- Evolución de las emisiones por sector de actividad

Valores absolutos (Gg CO ₂ equivalente)									
SECTOR	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1. Procesado de la energía	210.928,14	239.534,72	289.223,36	346.157,96	342.147,04	314.786,54	283.189,05	266.257,82	271.727,18
2. Procesos industriales	25.812,58	26.672,98	33.886,32	33.608,58	34.186,80	31.687,53	26.863,09	28.270,82	26.127,68
3. Uso de disolventes y otros productos	1.515,76	1.717,97	1.949,23	1.824,33	1.888,21	1.789,77	1.636,34	1.592,67	1.449,12
4. Agricultura	37.209,46	35.837,15	42.953,67	39.522,82	41.198,79	37.491,43	37.546,79	38.744,04	37.279,06
6. Tratamientos y eliminación de residuos	7.322,80	8.934,11	10.763,23	11.720,73	12.588,43	13.121,12	13.477,98	13.775,96	13.900,66
TOTAL SECTORES	282.788,74	312.696,93	378.775,82	432.834,41	432.009,28	398.876,39	362.713,25	348.641,31	350.483,69
5. Cambio uso suelo y silvicultura	-19.105,74	-19.256,60	-23.262,92	-24.544,97	-29.651,11	-29.087,11	-28.507,97	-28.895,46	-29.071,23

Contribución al total de CO ₂ -eq del inventario									
SECTOR	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1. Procesado de la energía	74,6	76,6	76,4	80,0	79,2	78,9	78,1	76,4	77,5
2. Procesos industriales	9,1	8,5	8,9	7,8	7,9	7,9	7,4	8,1	7,5
3. Uso de disolventes y otros productos	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
4. Agricultura	13,2	11,5	11,3	9,1	9,5	9,4	10,4	11,1	10,6
6. Tratamientos y eliminación de residuos	2,6	2,9	2,8	2,7	2,9	3,3	3,7	4,0	4,0
TOTAL SECTORES	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Índice de evolución anual (año 1990 = 100)									
SECTOR	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1. Procesado de la energía	100,0	113,6	137,1	164,1	162,2	149,2	134,3	126,2	128,8
2. Procesos industriales	100,0	103,3	131,3	130,2	132,4	122,8	104,1	109,5	101,2
3. Uso de disolventes y otros productos	100,0	113,3	128,6	120,4	124,6	118,1	108,0	105,1	95,6
4. Agricultura	100,0	96,3	115,4	106,2	110,7	100,8	100,9	104,1	100,2
6. Tratamientos y eliminación de residuos	100,0	122,0	147,0	160,1	171,9	179,2	184,1	188,1	189,8
TOTAL SECTORES	100,0	110,6	133,9	153,1	152,8	141,1	128,3	123,3	123,9

¹² Los valores negativos reseñados pro-memoria del grupo Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura corresponden a absorciones netas de CO₂-eq de este grupo.

Al efectuar el examen por sector de actividad, destaca en primer lugar la contribución dominante del grupo de Energía con un porcentaje que aumenta desde el 74,6% del año 1990 al 77,5% en el año 2011. Debe tenerse en cuenta que este grupo recoge, además de las emisiones de la combustión de fuentes fijas y móviles, las emisiones evaporativas procedentes de las actividades de extracción, transporte y distribución de combustibles, las cuáles son también relevantes para gases distintos del CO₂, como es el caso del CH₄. En segundo lugar, y a gran distancia de la Energía, se sitúa el grupo Agricultura, con cuotas que oscilan entre 13,2% para el año 1990 y el 10,6% en el año 2011. El tercer grupo en importancia lo constituyen los Procesos Industriales (con exclusión de las actividades de combustión que se recogen en el grupo Energía), y cuya contribución disminuye desde el 9,1% en el año 1990 al 7,5% en el año 2011. El grupo Residuos muestra en conjunto una pauta creciente variando su contribución entre el 2,6% en el año 1990 y el 4,0% en 2011. Finalmente, el grupo Uso de Disolventes y Otros Productos presenta una contribución marginal que se sitúa entre el 0,4% y el 0,6% del total.

RE.3.2.- Fuentes y sumideros de actividades LULUCF-PK

En esta sección se presenta el status de información sobre los cruces de categorías, depósitos de carbono y gases del sector “usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura” (LULUCF) requeridos en el ámbito del Protocolo de Kioto (PK) para este sector.

En la tabla RE.3.2.1, también conocida como Tabla NIR 1, se muestra la cobertura de información de actividades sujetas al Artículo 3.3 (forestación/reforestación y deforestación) y las elegidas por España (gestión forestal y gestión de tierras agrícolas) en relación con el Artículo 3.4¹³. Los depósitos de carbono considerados incluyen la biomasa aérea, la biomasa subterránea, la madera muerta, los detritus vegetales y el carbono orgánico de los suelos. Los gases considerados son CO₂, CH₄ y N₂O. Las etiquetas de notación sobre el status de información se especifican a pie de tabla.

¹³ Como ya se ha indicado previamente en la nota 11 en la página RE.11, para el año 1990 todas las etiquetas de notación son “NA” con la excepción de las correspondientes a la actividad de gestión de tierras agrícolas.

Tabla RE.3.2.1.- Cobertura de información en actividades del sector LULUCF-PK

Actividad		Información sobre cambios en los depósitos de carbono					Información sobre gases						
		Biomasa aérea	Biomasa subterránea	Detritus	Madera muerta	Carbono en suelos	Fertilización	Drenaje de suelos en la gestión forestal	Perturbaciones asociadas con la conversión a tierras agrícolas	Enmiendas calizas	Quema de biomasa		
							N ₂ O	N ₂ O	N ₂ O	CO ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Actividades Artículo 3.3	Forestación / Reforestación	R	IE	NR	NR	R	NO			NO	NO,R	NO,R	NO,R
	Deforestación	R	IE	R	R	R			NO	NO	NO	NO	NO
Actividades Artículo 3.4	Gestión forestal	R	IE	NR	NR	NR	NO	NO		NO	IE,NE	R,NE	R,NE
	Gestión de tierras agrícolas	R	IE	NR	NR	R			NO	NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO
	Gestión de pastizales	NA	NA	NA	NA	NA				NA	NA	NA	NA
	Revegetación	NA	NA	NA	NA	NA				NA	NA	NA	NA

R: Informado; NR: No informado; IE: Incluido en otra categoría; NO: No ocurre; NA: No aplicable.

En la tabla RE.3.2.2, también denominada como Tabla 5(KP), se muestra la estimación de los flujos de emisiones (+) y absorciones (-) de gases de efecto invernadero generados en las actividades LULUCF en el ámbito del Protocolo de Kioto. La tabla muestra la información por bloques de columnas para cada año de referencia; y dentro de cada bloque las tres primeras columnas muestran las estimaciones en unidades de masa de cada gas y la cuarta columna en unidades de CO₂ equivalente, utilizando las ponderaciones habituales de los distintos gases conforme a los valores de IPCC 1995.

Tabla RE.3.2.2.- Emisiones (+) y absorciones (-) de gases de efecto invernadero en LULUCF-PK (Cifras en Gg)

Actividades fuente/sumidero de gases de efecto invernadero	1990				2008				2009			
	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂ e	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂ e	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂ e
A. Actividades Artículo 3.3				-4				-6.280				-6.368
A.1. Forestación / Reforestación	-94	<	<	-94	-6.388	<	<	-6.386	-6.481	<	<	-6.475
A.1.1. Unidades de tierra no taladas desde el comienzo del período de compromiso	-94	<	<	-94	-6.388	<	<	-6.386	-6.481	<	<	-6.475
A.1.2. Unidades de tierra taladas desde el comienzo del período de compromiso	NA,NO	NO	NO	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NA,NO
A.2. Deforestación	89	NO	NO	89	106	NO	NO	106	107	NO	NO	107
B. Actividades Artículo 3.4				-18.700				-21.745				-21.011
B.1. Gestión bosques	-18.716	8	<	-18.526	-18.699	1	<	-18.677	-18.698	3	<	-18.636
B.2. Gestión tierras agrícolas	-712	20	<	-174	-3.469	16	<	-3.067	-2.845	19	<	-2.376
B.3. Gestión de pastizales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B.4. Revegetación	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

IE: Incluido en otra categoría; NO: No ocurre; NA: No aplicable.

<: Estimación positiva inferior a 0,5 Gg

Tabla RE.3.2.2.- Emisiones (+) y absorciones (-) de gases de efecto invernadero en LULUCF-PK (Cifras en Gg) (Continuación)

Actividades fuente/sumidero de gases de efecto invernadero	2010				2011			
	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂ e	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂ e
A. Actividades Artículo 3.3				-6.369				-6.331
A.1. Forestación / Reforestación	-6.482	<	<	-6.477	-6.446	<	<	-6.440
A.1.1. Unidades de tierra no taladas desde el comienzo del periodo de compromiso	-6.482	<	<	-6.477	-6.446	<	<	-6.440
A.1.2. Unidades de tierra taladas desde el comienzo del periodo de compromiso	NA,NO	NO	NO	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NA,NO
A.2. Deforestación	108	NO	NO	108	109	NO	NO	109
B. Actividades Artículo 3.4				-21.448				-21.710
B.1. Gestión bosques	-18.741	3	<	-18.680	-18.792	3	<	-18.730
B.2. Gestión tierras agrícolas	-3.238	19	<	-2.768	-3.449	19	<	-2.980
B.3. Gestión de pastizales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B.4. Revegetación	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

IE: Incluido en otra categoría; NO: No ocurre; NA: No aplicable.

<: Estimación positiva inferior a 0,5 Gg

RE.4.- Tendencias de otros gases de efecto invernadero indirecto

En la tabla RE.4.1 se muestra la evolución de las emisiones estimadas de los gases de efecto invernadero indirecto (NO_x, CO, COVNM y SO₂) expresadas, para cada uno de ellos, en la parte superior de la tabla en gigagramos del correspondiente gas, y en la parte inferior en forma de índice temporal (año 1990 = 100).

Tabla RE.4.1.- Evolución de las emisiones de NO_x, CO, COVNM y SO₂

Valores absolutos (Gg)									
GAS	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
NO _x	1.276,03	1.332,85	1.368,16	1.408,88	1.359,16	1.177,38	1.062,51	984,20	1.021,03
CO	3.666,71	3.157,43	2.680,52	2.107,68	2.064,93	1.935,28	1.751,17	1.836,91	1.794,20
COVNM	1.074,78	994,64	1.022,26	814,80	770,45	706,86	641,29	638,84	615,25
SO ₂	2.181,97	1.795,49	1.513,52	1.324,07	1.209,25	565,42	519,63	488,20	539,46

Índice de evolución anual (año 1990 = 100)									
GAS	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
NO _x	100,0	104,5	107,2	110,4	106,5	92,3	83,3	77,1	80,0
CO	100,0	86,1	73,1	57,5	56,3	52,8	47,8	50,1	48,9
COVNM	100,0	92,5	95,1	75,8	71,7	65,8	59,7	59,4	57,2
SO ₂	100,0	82,3	69,4	60,7	55,4	25,9	23,8	22,4	24,7

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Información de base sobre los inventarios de gases de efecto invernadero, cambio climático e información suplementaria para el Protocolo de Kioto

1.1.1.- Cambio climático

A partir de la década de los 80s del siglo pasado empieza a cobrar una importancia creciente, tanto en la sensibilidad de la población como en la agenda de los responsables políticos, la consideración de la influencia que las actividades humanas pueden estar ejerciendo sobre el cambio climático. Como respuesta a estos planteamientos se crea en el año 1988 el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) con el objetivo de estudiar en profundidad el fenómeno del cambio climático, sus causas, efectos, y políticas de prevención y adaptación al mismo. En el plano político, y en el marco de Naciones Unidas, se adoptó en el año 1992 el Convenio Marco sobre Cambio Climático al que se han ido adhiriendo sucesivamente países de los distintos contextos y ámbitos geográficos. Un salto cualitativo importante en esta línea fue la firma, en el año 1997, del Protocolo de Kioto en el que los países de la Unión Europea y otros países industrializados (los llamados países del Anexo I) se comprometieron a limitar las emisiones de gases que influyen en el calentamiento global de la atmósfera y que no eran objeto del Protocolo de Montreal, compromiso que se concretó en una reducción del 5% de las emisiones de aquellos gases en el periodo 2008-2012 con relación a sus niveles en el año 1990. La Unión Europea, con un planteamiento más ambicioso, se comprometió a una reducción en el mismo periodo del 8%.

El Reino de España y la Unión Europea ratificaron en 2002 el Protocolo de Kioto y éste entró en vigor en 2005 al alcanzarse, tras la ratificación de Rusia, las cuotas ponderadas mínimas exigidas de países firmantes y emisiones cubiertas. Para España, que en 1990 partía de una situación de desarrollo socioeconómico muy diferente de la media de los países entonces integrantes de la Unión Europea, se acordó con base en el “Acuerdo de Reparto de la Carga entre Países de la Unión Europea” un techo de emisión en el periodo de cómputo del Protocolo de Kioto de un 15% sobre el año base (1990 para los tres gases principales de efecto invernadero, dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, y 1995 para los gases fluorados, hidrofluorocarburos, perfluorocarburos, y hexafluoruro de azufre).

El potencial de calentamiento atmosférico de los gases reseñados proviene de la captura que ejercen sobre la radiación infrarroja reflejada por la Tierra de la radiación recibida del Sol. El incremento sostenido de las concentraciones de estos gases en la atmósfera desde el inicio de la revolución industrial y, especialmente, la aceleración de las concentraciones en los últimos 50 años, debido a las actividades humanas, es lo que sitúa la limitación y reducción de las emisiones antropogénicas de estos gases como objetivo instrumental para conseguir la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a unos niveles que no impliquen efecto en el calentamiento global atmosférico atribuible a las actividades humanas.

Las cantidades emitidas de estos gases y sus potenciales de calentamiento son muy variables según las sustancias consideradas. Dominante en sus efectos por las cantidades emitidas es (en España y la mayoría de los países) el CO₂ y con cifras significativas el CH₄ y N₂O, mientras el efecto de los gases fluorados, todavía limitado, es objeto de especial interés dados sus altos potenciales de calentamiento atmosférico y el hecho de que para determinadas especies las emisiones muestren actualmente una trayectoria expansiva.

En definitiva, éste es el interés del conocimiento preciso de las emisiones de gases de efecto invernadero que facilita el inventario nacional y que constituye el objeto de la presentación de este informe.

1.1.2.- Información de base sobre los inventarios de gases de efecto invernadero

El presente documento constituye la edición correspondiente al año 2012 del Informe del Inventario Nacional (IIN) 1990-2010 de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que España presenta a la Secretaría del Convenio Marco de Cambio Climático (SCMCC), en cumplimiento de lo establecido en los artículos 4 y 12 de dicho Convenio y las Decisiones Relevantes de la Conferencia de las Partes (COP) del Convenio, y específicamente la Decisión 14/CP.11, plasmada en el documento FCCC/SBSTA/2006/9¹; las Decisiones relevantes de las Partes que son también Partes del Protocolo de Kioto (CMP), y específicamente la Decisión 6/CMP.3), plasmada en el documento FCCC/KP/CMP/2007/9/Add.2²; y en el documento de actualización denominado “Esquema Anotado para el Informe de Inventario Nacional que incluye los elementos referentes al Protocolo de Kioto³”, elaborado todos ellos por la SCMNUCC. La presentación de las tablas de los inventarios en formato electrónico que acompañan a este informe se ha realizado utilizando el software habilitado al efecto (CRF Reporter, versión 3.6.2) por la SCMNUCC para la cumplimentación del Formulario Común para Informes (FCI) y que incluye también las tablas específicas para la información adicional requerida en el ámbito del Protocolo de Kioto.

De conformidad con lo anterior, y teniendo en cuenta específicamente que el Gobierno de España debe informar sobre la misma materia tanto a la Comisión de la Unión Europea como a la SCMNUCC y al Protocolo de Kioto, resulta obvia la necesidad de asegurar que el soporte y contenido de la información de los inventarios sea común para los envíos del inventario realizados a sendas instancias internacionales, lo que se garantiza con la estructura común adoptada en el inventario español para el envío a dichas instituciones. Este formato común es el establecido en los ya citados documentos de la SCMNUCC e incluye el IIN y el conjunto de las tablas del FCI.

¹ <http://unfccc.int/resource/docs/2006/sbsta/eng/09.pdf>

² <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cmp3/fre/09a02f.pdf>

³ http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/reporting_requirements/application/pdf/annotated_nir_outline.pdf

En cuanto a las sustancias objeto del inventario, la información de las tablas FCI se presenta tanto en unidades de masa de cada gas como en masa de dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq) para cada una de las sustancias consideradas en el Anexo A del Protocolo de Kioto, que incluye los seis gases o grupos de gases siguientes con efecto directo sobre el calentamiento atmosférico: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC), y hexafluoruro de azufre (SF₆). Adicionalmente, se presentan las emisiones estimadas de los cuatro gases siguientes con efecto indirecto sobre el calentamiento atmosférico: óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), así como de los óxidos de azufre (SO_x), en términos de masa de cada gas para estas cuatro sustancias. Dentro de la categoría 5 de IPCC “Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura” se estiman las variaciones de carbono y las emisiones o absorciones asociadas en términos de CO₂ para los distintos depósitos de carbono y las emisiones de otros gases (no-CO₂) originadas por los incendios forestales. Esta edición 2013 del inventario actualiza, revisando en su caso, las estimaciones dadas para los años del periodo 1990-2010 en la edición anterior, al tiempo que extiende al año 2011 las series temporales. La revisión, en su caso, de las estimaciones de determinadas partidas de los inventarios ha venido motivada por diversos factores entre los que cabe mencionar: a) la propia revisión de las estadísticas y datos de base, b) los cambios en las metodologías (selección de métodos, factores y algoritmos) de estimación como consecuencia de las mejoras en el conocimiento de los procesos generadores de las emisiones, y c) eventualmente, la subsanación de errores detectados.

La elaboración periódica de inventarios de emisiones de contaminantes a la atmósfera se inició en España hace dos décadas al objeto de cumplir los compromisos de información contraídos en el marco de la Unión Europea y en diversos Convenios Internacionales, así como para servir de fuente esencial de información para el conocimiento del estado del medio ambiente y, el diseño y seguimiento de políticas y medidas medioambientales, y en particular de las referidas al medio atmosférico. Asimismo sirve de información de base para la elaboración de las cuentas ambientales del Instituto Nacional de Estadística y el Inventario está integrado dentro del Plan Estadístico Nacional con asignación de un número propio de operación estadística según se comenta más adelante, en el epígrafe 1.2.1.a.

Hoy en día, los datos del inventario nacional permiten atender las obligaciones y necesidades de información derivadas de los compromisos internacionales que esquemáticamente se reseñan en el cuadro 1.1.1:

Cuadro 1.1.1.- Resumen compromisos internacionales de información sobre inventarios de emisiones

-	Convenio de Ginebra sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza y a Larga Distancia y sus Protocolos derivados. Informe anual y estimación de emisiones de contaminantes acidificantes y precursores de ozono, metales pesados, partículas y contaminantes orgánicos persistentes.
-	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y Protocolo de Kioto. Informe anual y estimación de emisiones de gases de efecto invernadero.
-	Unión Europea: <ul style="list-style-type: none"> o Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos. Informe anual y estimación de emisiones de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y amoníaco. o Decisión 280/2004/CE (y Decisión 2005/166/CE sobre sus procedimientos de aplicación) del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de febrero de 2004, relativa a un mecanismo para el seguimiento de las emisiones de efecto invernadero en la Comunidad y para la aplicación del Protocolo de Kioto. Informe anual y estimaciones de emisiones.

Para poder cumplir estas obligaciones una condición primordial que debe respetarse es que la elaboración de los inventarios se lleve a cabo conforme los criterios exigidos en cada momento. Ello obliga a someter los inventarios y su procedimiento de elaboración a un proceso continuo de mejora y reajuste conforme van evolucionando las directrices y metodologías exigidas en cada caso.

Conforme lo previsto en el Protocolo de Kioto (Art. 5.1), y de acuerdo también con lo dispuesto en la Decisión 280/2004/CE (Art. 4.4), España designó, mediante el Real Decreto 401/2012⁴, a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural como la autoridad competente del Sistema Español de Inventario para la elaboración de la información y de las proyecciones precisas para orientar las políticas destinadas a prevenir la contaminación y garantizar la calidad ambiental, en particular lo referente a las tecnologías, la producción, gestión y traslados de residuos, la contaminación atmosférica y la evaluación ambiental.

Además, aunque los requisitos fijados para la elaboración del SEI de gases de efecto invernadero son más exigentes que los que se vienen aplicando para el resto de los inventarios de emisiones a la atmósfera, España no se limita a aplicar el SEI exclusivamente para la elaboración de los inventarios concernientes al Protocolo de Kioto sino que, por razones de coherencia, optimización de recursos y eficacia ha optado por desarrollar el SEI de forma que cubra todas las obligaciones mencionadas en el cuadro 1.1.1. Por lo tanto, todos los arreglos institucionales, jurídicos y de procedimiento a los que se hace referencia en este documento han de entenderse como de aplicación a la elaboración de todos los inventarios de emisiones contaminantes a la atmósfera citados en el cuadro 1.1.1.

En el apéndice 1.1 se presenta una lista de comprobación de los contenidos a informar sobre el SEI y los cambios en el mismo.

1.1.3.- Información de base suplementaria para el Protocolo de Kioto

Aunque en el epígrafe anterior se describen de forma general los aspectos relacionados con la información de base del inventario de gases de efecto invernadero a presentar a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, España, siendo parte de esa Convención y también del Protocolo de Kioto, debe presentar la información complementaria requerida en el Art. 7, párrafo 3 de dicho Protocolo, según quedó establecido en la Decisión 15/CMP.1 (Guías para el Informe) y en la Decisión 15/CP.10 (Guías de Buenas Prácticas referentes a las actividades de Uso de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura con respecto al Art. 3 párrafos 3 y 4 del Protocolo de Kioto).

La información suplementaria que España presenta al Protocolo de Kioto se encuentra esencialmente contenida en la Parte II, capítulos 11 a 15, y adicionalmente en secciones específicas del Resumen Ejecutivo, de los capítulos 1 y 2 de la Parte I, y de los Anexos 1 a

⁴ Real Decreto 401/2012, de 17 de febrero, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

8 del presente informe. En el CRF Reporter se presentan las tablas específicas requeridas en dicho formato sobre la información suplementaria en el ámbito del Protocolo de Kioto.

Como información suplementaria en el ámbito del Protocolo de Kioto, España contabiliza las variaciones de carbono y las emisiones o absorciones asociadas en términos de CO₂, para los principales depósitos de carbono, debidas a actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y selvicultura (LULUCF) del artículo 3, párrafo 3, y las actividades adicionales del artículo 3 párrafo 4 elegidas (gestión forestal y gestión de tierras agrícolas). En el caso de los depósitos de carbono orgánico del suelo, de los depósitos de madera muerta y de detritus forestales se argumenta que los mismos no constituyen una fuente emisora en la actividad 3.4 “gestión forestal”.

Como parte de la información suplementaria para el Protocolo de Kioto, pero separada de los componentes NIR y CRF, se incluyen en el envío las tablas SEF (Standard Electronic Format for reporting Kyoto Protocol units) elaboradas de acuerdo con las instrucciones de la aplicación SEF recogidas en el documento “User’s guide SEF” versión 1.2.1.

1.2.- Descripción de los arreglos institucionales, legales y procedimentales adoptados para la planificación, preparación y gestión del inventario

1.2.1.- Arreglos institucionales, legales y procedimentales adoptados para la preparación del inventario

1.2.1.a.- Autoridad nacional del sistema de inventario y marco normativo

España ha establecido el marco jurídico necesario para la puesta en marcha de los arreglos institucionales, jurídicos y de procedimiento, necesarios para poder cumplir las funciones que garanticen el desarrollo de los principios de buenas prácticas para la elaboración de los inventarios (transparencia, coherencia, comparabilidad, exhaustividad y exactitud), habiendo asignado para ello los recursos correspondientes para la ejecución oportuna de todas esas funciones.

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural (DG-CEAMN) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) es la autoridad competente del SEI. Dentro de la DG-CEAMN es la Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial (SG-CAyMAI) la entidad que tiene asignada la realización del inventario y que procesa la información recogida de las distintas fuentes. Por otra parte, el Artículo 27.4 de la Ley 34/2007 de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera establece el Sistema Español de Información, Vigilancia y Prevención de la contaminación atmosférica (SEIVP) y, en relación a éste, indica que el Gobierno para la elaboración y actualización periódica del inventario desarrollará reglamentariamente un Sistema Español de Inventario (SEI) acorde con las directrices internacionales vigentes. En el aspecto institucional operativo es de destacar, dentro del marco normativo, el Acuerdo de Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos de 8 de febrero de 2007 (ACDGAE-2007) por el que se establecen:

- i) los mecanismos de obtención de información para la aplicación en España del Sistema Español de Inventario de Contaminantes a la Atmósfera y
- ii) los plazos y procedimientos para la elaboración del Inventario y de las Proyecciones de Contaminantes a la Atmósfera.

Para la aprobación del inventario se sigue el procedimiento siguiente. La propuesta de Inventario Nacional de Contaminantes a la Atmósfera, elaborada por la DG-CEAMN, es remitida por el Ministro de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente a la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos (CDGAE) para su aprobación. Por otra parte, conforme al punto ii) arriba citado de los Acuerdos de la Comisión Delegada, cada dos años, a partir del 15 de marzo de 2007, y previo informe preceptivo del Grupo Interministerial de Cambio Climático, las proyecciones de gases de efecto invernadero que vayan a ser empleadas para el cumplimiento de las obligaciones internacionales de información serán sometidas para su aprobación, a propuesta del Ministro de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, a la CDGAE, si bien, y por razones de coherencia y eficacia, se realiza de forma anual conjuntamente con el inventario.

Los inventarios de emisiones de contaminantes a la atmósfera son considerados una estadística con fines estatales y como tal, conforme al artículo 149.1.31 de la Constitución, se realizan sobre la base de la competencia exclusiva del Estado para la elaboración de estadísticas para fines estatales. En este sentido, el marco normativo de referencia viene dado por la Ley 12/1989 de 9 de mayo, de la Función Estadística Pública y por el Plan Estadístico Nacional 2009-2012, aprobado por Real Decreto 1663/2008, de 17 de octubre. En el Plan Estadístico Nacional 2009-2012 se incluye, dentro del sector medio ambiente y desarrollo sostenible y con el número de operación estadística 5713, el “Inventario de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera”⁵. La inclusión del inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera como tal operación estadística conlleva la obligación de aportar la información necesaria para su elaboración, con la salvaguarda del secreto estadístico, y la garantía de continuidad del mismo en el marco del Plan Estadístico Nacional.

Respecto a la obtención de datos, la citada Ley 12/1989 establece dos regímenes diferenciados para la regulación de las estadísticas en función de que exijan datos de forma obligatoria o de que los particulares puedan aportar o no la información voluntariamente. Los inventarios de emisiones, por formar parte del Plan Estadístico Nacional, constituyen una obligación para el Estado Español por exigencias, entre otras, de los compromisos internacionales asumidos, y en particular de los que atañen a la Unión Europea, se engloban en el primero de los dos regímenes, es decir aquel en el que la aportación de datos por los particulares es obligatoria.

Así, la DG-CEAMN solicita a los Departamentos Ministeriales y Organismos Públicos con competencias sectoriales en actividades que generen (o puedan generar) emisiones de contaminantes a la atmósfera la información necesaria requerida para la elaboración del inventario, haciendo referencia también como apoyatura normativa al mencionado

⁵ El Plan Estadístico Nacional se actualiza cuatrienalmente. El nuevo Plan Estadístico Nacional 2013-2016 se aprobó mediante Real Decreto 1658/2012, de 7 de diciembre.

ACDGAE-2007. Como procedimiento para una mayor concreción de los canales de recogida de información institucional, la DG-CEAMN convocó (en fecha 15 de abril de 2009) a los representantes de los Departamentos Ministeriales para que designaran a los responsables de los Puntos Focales que, en cada Departamento, asumirían la responsabilidad de la tramitación de la información requerida para el SEI. Para ello, la DG-CEAMN hizo llegar a los representantes de los distintos Departamentos la sección correspondiente de la Guía de Peticiones Institucionales donde se especifica el tipo de datos solicitados a los distintos Departamentos y Organismos, a fin de que éstos incorporen a sus respectivos Planes Estadísticos los procedimientos pertinentes para disponer de la referida información. La citada Guía de Peticiones Institucionales se revisa periódicamente (al menos con frecuencia anual) y, en particular, cuando se producen cambios en la metodología de elaboración del Inventario o en los niveles de detalle que requieran actualizar las series temporales de datos, con el objeto de mantener la consistencia temporal.

1.2.1.b.- Arreglos institucionales

Siendo indispensable la existencia de una entidad que asuma la responsabilidad general del inventario, es evidente que, dado el complejo número de tareas que conlleva su elaboración, también es imprescindible la participación de muy diversos organismos en su planificación, desarrollo y aprobación.

La DG-CEAMN es la autoridad competente del SEI (Orden MAM/1444/2006). Para el desarrollo de estas funciones, la DG-CEAMN cuenta con la Asistencia Técnica de la empresa Análisis Estadístico de Datos, S.A. (AED) que proporciona apoyo técnico en las tareas de ejecución material y en el desarrollo general del Inventario y que, a su vez, integra la colaboración del equipo STEPA-UPV⁶ para el sector de agricultura, y con TRAGSATEC⁷, como medio propio de la administración, para reforzar el área dedicada a LULUCF, especialmente en la información suplementaria requerida en el ámbito del Protocolo de Kioto y otros aspectos puntuales relacionados con el inventario.

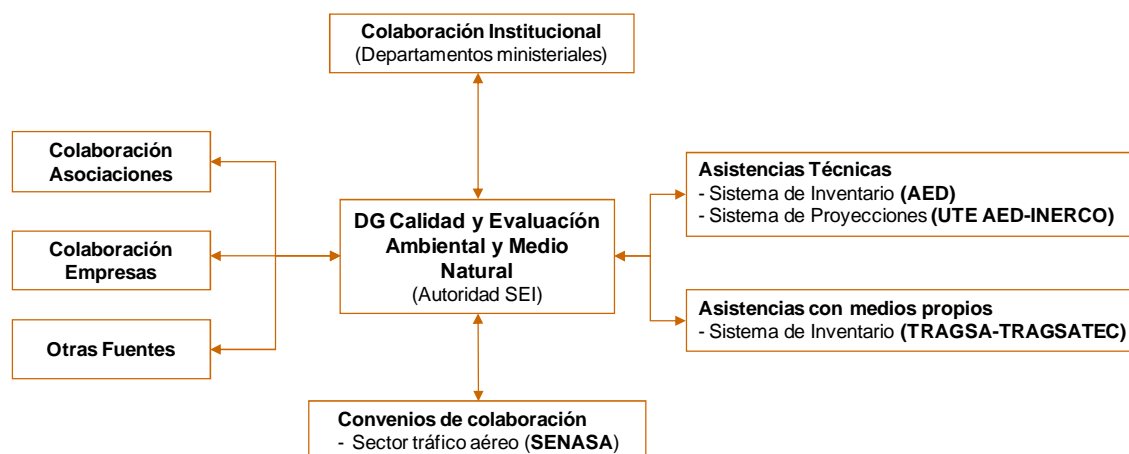
Además, para apoyar el desarrollo e implementación del SEI, la DG-CEAMN ha establecido, convenios de colaboración con diversas entidades, entre las que cabe citar SENASA⁸ para el desarrollo de un modelo de tráfico aéreo y emisiones asociadas y ha contratado Servicios de Asistencia Técnica para el sistema de proyecciones del inventario con la Unión Temporal de Empresas AED-INERCO⁹. En la figura 1.2.1 se presenta el núcleo de coordinación de recursos habilitados por la DG-CEAMN para el SEI.

⁶ Sistemas y Tecnologías de la Producción Animal – Universidad Politécnica de Valencia.

⁷ Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A.

⁸ Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica.

⁹ AED (Análisis Estadístico de Datos, S.A.), INERCO (Ingeniería, Tecnología y Consultoría, S.A.).

Figura 1.2.1.- Coordinación de recursos por DG-CEAMN para el SEI

Asimismo, y en distintos contextos temáticos, se han creado grupos de trabajo con diversas entidades (véase figura 1.2.2). Entre estos grupos de trabajo y foros de encuentro destacan los siguientes:

- El de Agricultura (GT-AG-INV) para tratar aspectos específicos de este subsector y compuesto por representantes del MAGRAMA y la colaboración de expertos temáticos de STEPA-UPV¹⁰ (incluido en la Asistencia Técnica de AED).
- El de Ganadería (GT-GAN-INV), compuesto por representantes del MAGRAMA y la colaboración de expertos temáticos de STEPA-UPV (incluido en la Asistencia Técnica de AED) y ETSIAgr-UPM¹¹ (TRAGSA¹²).
- El de Usos del Suelo y Cambio Climático (GT-USCC) para la mejora de las estimaciones del sector homólogo del inventario (Usos de la Tierra, Cambios de Usos de la Tierra y Silvicultura), con la colaboración del MAGRAMA y del Ministerio de Fomento.
- El de coordinación de aspectos técnicos con las Comunidades Autónomas sobre elementos metodológicos y de información de base de los inventarios.
- El foro creado en el año 2008 para la contrastación de la desagregación por Comunidades Autónomas del Inventario Nacional, y en el que se realizan tanto reuniones sectoriales (para abordar temas específicos de un sector) como reuniones bilaterales (para abordar temas específicos de una Comunidad Autónoma). En estas

¹⁰ Sistemas y Tecnologías de la Producción Animal de la Universidad Politécnica de Valencia.

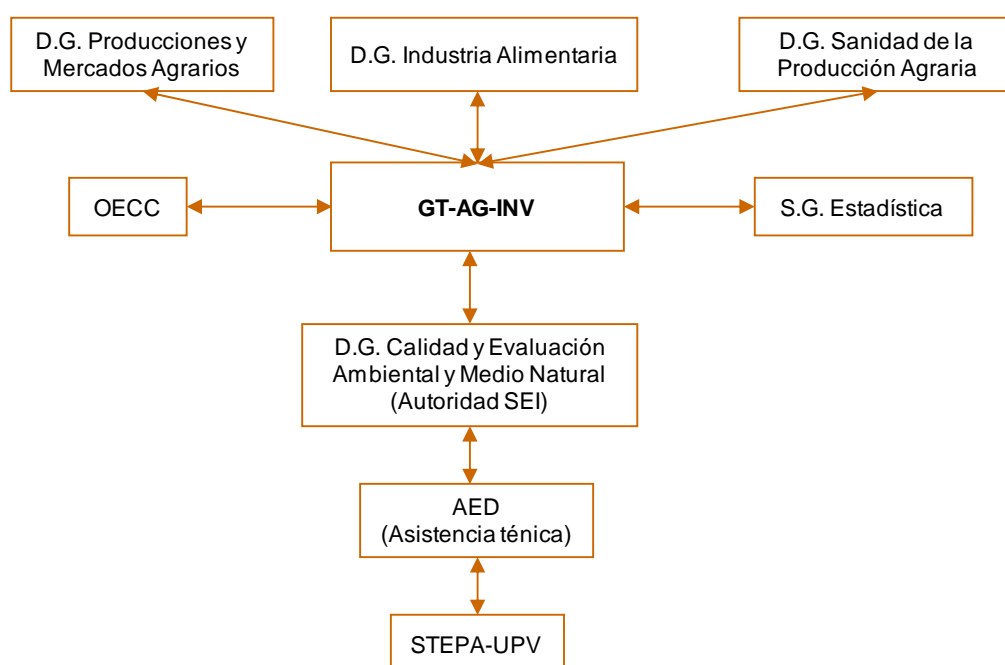
¹¹ Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid.

¹² Empresa de Transformación Agraria, S.A.

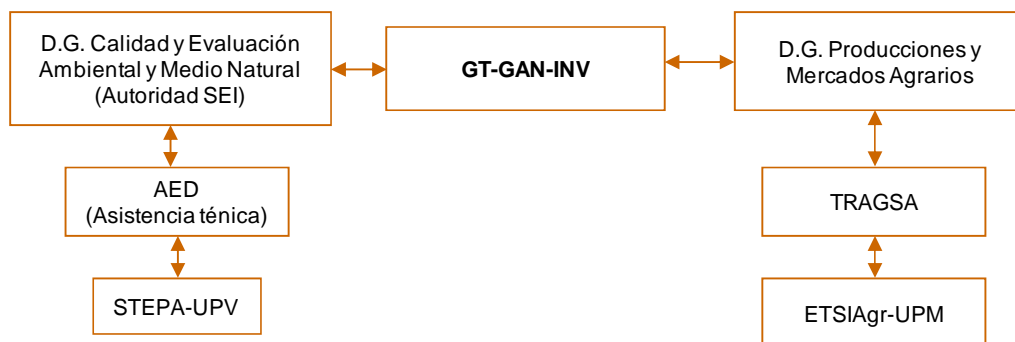
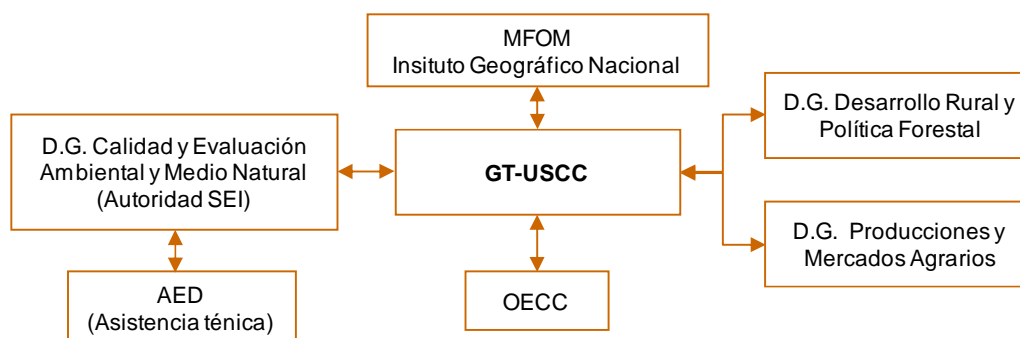
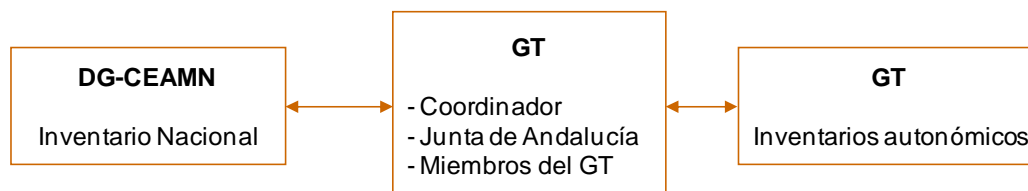
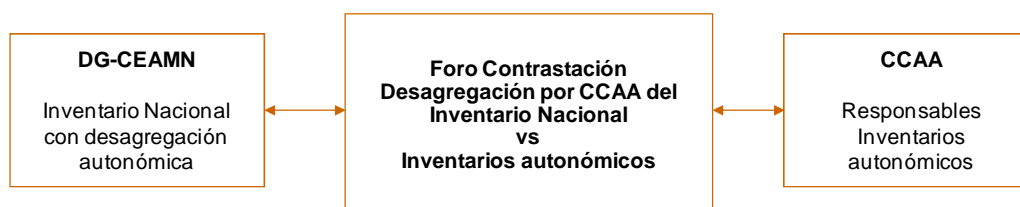
reuniones participa tanto el equipo del inventario como los representantes del área de Inventarios de las Comunidades Autónomas¹³.

- El nuevo Grupo de Trabajo de Energía (GT-Energía) que se constituyó formalmente en junio de 2012 y que tiene como objetivos: i) mejorar la calidad y consistencia de los datos contenidos en el Inventario de Emisiones y de los distintos balances energéticos realizados con la metodología AIE haciendo explícitos los procedimientos de su elaboración como requisito para poder valorar e integrar de forma armonizada la información de base disponible de las distintas fuentes y, ii) analizar las hipótesis consideradas en la planificación energética, con la finalidad de poder integrar la información al nivel de detalle requerido para Proyecciones. Figura 1.2.2.- Grupos de trabajo y foros de encuentro

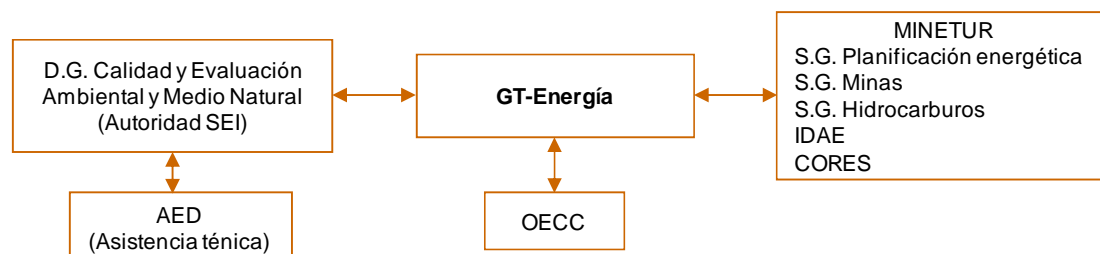
Grupo de trabajo interministerial para “Agricultura” (GT-AG-INV)



¹³ En el año 2012 se ha mantenido una reunión con los responsables de inventarios de emisiones la Comunidad Autónoma de Castilla La Mancha. Asimismo se han atendido consultas de los responsables de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

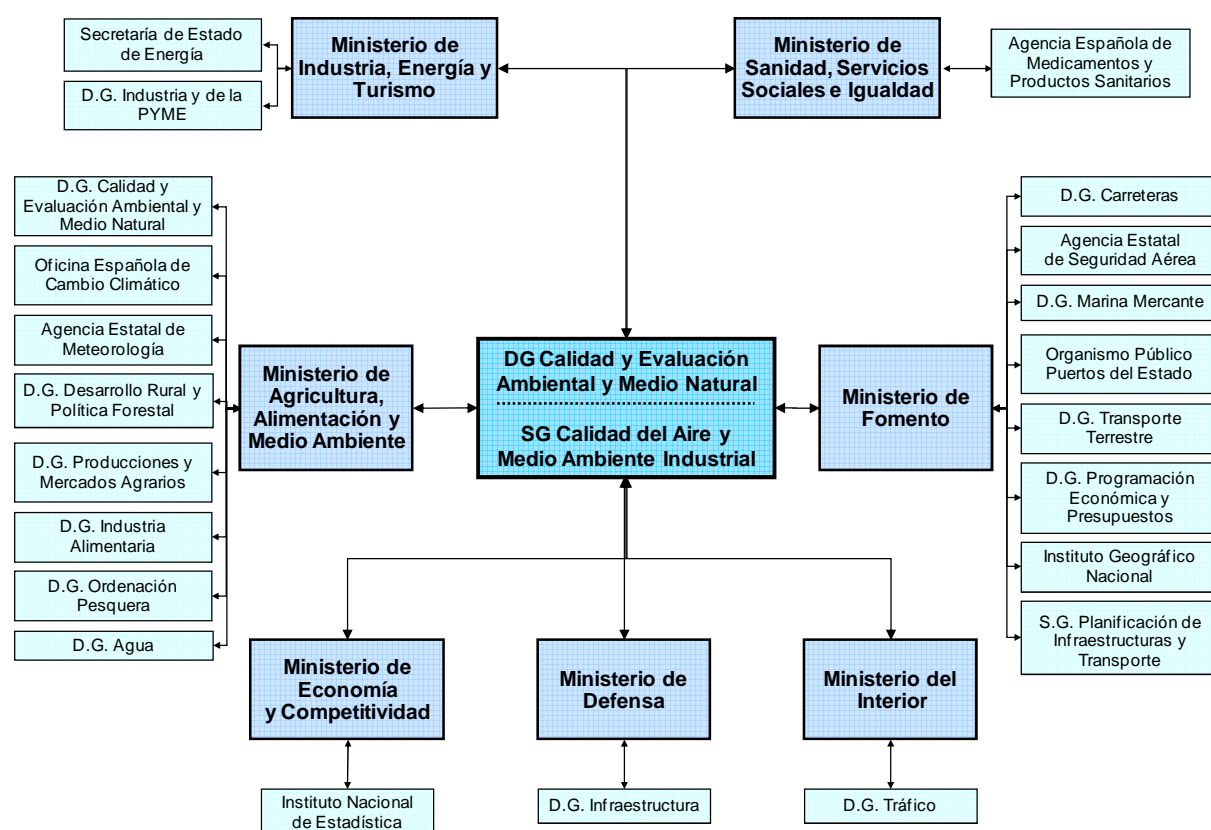
Grupo de trabajo interministerial para “Ganadería” (GT-GAN-INV)**Grupo de trabajo interministerial para “Usos del suelo y cambio climático” (GT-USCC)****Grupo de Trabajo de Armonización de Inventarios de CCAA con Inventario Nacional****Foro de Contrastación Desagregación por CCAA del Inventario Nacional vs. Inventarios autonómicos**

Grupo de Trabajo de Energía



En cuanto a la participación de departamentos ministeriales y, de conformidad con lo referido anteriormente en el epígrafe 1.2.1.a sobre la concreción de responsabilidades por puntos focales en los Departamentos Ministeriales y Organismos Autónomos para la aportación de información requerida para el inventario de emisiones en el Sistema Español del Inventario (SEI) se utilizan los canales de información necesarios (sobre variables de actividad, métodos, etc.) con los puntos focales, según se ilustra en la figura 1.2.3. En el cuadro 1.2.1 se especifican los principales contenidos de cobertura temática que corresponden a los bloques de los departamentos ministeriales y organismos autónomos recogidos en la figura 1.2.3.

Figura 1.2.3.- Participación de departamentos ministeriales en el SEI



Cuadro 1.2.1.- Información requerida a los puntos focales

Ministerio	Dependencia	Información requerida
Ministerio de Defensa	D.G. Infraestructura	- Consumo de combustibles en equipos militares
Ministerio del Interior	D.G. Tráfico	- Registro de matriculaciones y bajas del parque de vehículos (histórico y actual) - Sistemas de propulsión de los vehículos registrados - Distribución del parque de vehículos por tipo de vehículo, carburante y antigüedad
Ministerio de Fomento	D.G. Carreteras	- Recorridos (veh-km) por titularidad de las carreteras y tipo de vehículo - Cartografía de carreteras - Información histórica sobre parque circulante - Kilómetros de carretera por tipo de carretera y pavimento
	Agencia Estatal de Seguridad Aérea	- Estadísticas de movimientos de aeronaves civiles - Variables de actividad y otra información relevante derivadas del modelo MECETA
	D.G. Marina Mercante y Organismo Público Puertos del Estado	- Estadísticas de movimientos de buques, estancia y tiempos de entrada y salida en puertos - Tráfico marítimo nacional/internacional - Registro de buques - Información cartográfica del trazado de rutas - Suministro de combustible en tráfico nacional e internacional
	D.G. Programación Económica y Presupuestos y D.G. Transporte Terrestre	- Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera
	S.G. Planificación de Infraestructuras y Transporte	- Movilidad de pasajeros y mercancías por modos de transporte
	Instituto Geográfico Nacional	- Mapa de suelos (1:1.000.000)
Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad	Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios	- Óxido nítrico (N ₂ O) utilizado en anestesia - Consumo doméstico de productos farmacéuticos que den lugar a emisiones de COVNM
Ministerio de Economía y Competitividad	Instituto Nacional de Estadística	- Población (padrón municipal y censos) - Encuesta industrial anual de empresas y productos - Índice de producción industrial - Contabilidad nacional - Encuesta de consumos energéticos - Nomenclátor de entidades de población

Cuadro 1.2.1.- Información requerida a los puntos focales (Continuación)

Ministerio	Dependencia	Información requerida
Ministerio de Industria, Energía y Turismo	Secretaría de Estado de Energía	<ul style="list-style-type: none"> - Cuestionarios internacionales (AIE y Eurostat): <ul style="list-style-type: none"> · Electricidad y calor · Gas natural · Productos petrolíferos · Carbones · Energías renovables y residuos - Otras estadísticas energéticas - Estaciones de servicio - IDAE: Cogeneración, biomasa y variables de actividad (sector RC&I e instalaciones de combustión con potencias menores a los 50 MW térmicos) <p>NOTA: Esta fuente edita la publicación "La Energía en España", que se utiliza como información de base sobre la energía.</p>
	D.G. Industria y de la PYME	<ul style="list-style-type: none"> - Metalurgia no férrea - Metalurgia férrea - Materiales de construcción - Industrias varias - Otras industrias químicas
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente	D.G. Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural	<ul style="list-style-type: none"> - Incineradoras de residuos hospitalarios, aceites de desecho, otros residuos industriales y lodos - Balance generación/destino de los residuos - Vertederos gestionados de residuos urbanos (con/sin captación biogás) - Vertederos no gestionados - Plantas de compostaje de residuos urbanos y de residuos animales - Instalaciones de biometanización de residuos urbanos y de residuos animales - Instalaciones de producción de combustibles a partir de residuos
	Oficina Española de Cambio Climático	<ul style="list-style-type: none"> - Información de base para la elaboración de los informes de verificación de CO₂ de las plantas sometidas al régimen de comercio de emisión - Información sobre la contabilización de las unidades del Protocolo de Kioto- Información sobre el registro nacional - Información sobre Artículo 3, párrafo 14 del Protocolo de Kioto
	Agencia Estatal de Meteorología	<ul style="list-style-type: none"> - Radiación solar global - Temperatura (aire y suelo), velocidad y dirección del viento, nubosidad, precipitación e insolación - Partes METAR, SYNOP, CLIMATOLÓGICO y TEMP - Descargas eléctricas de nubes a tierra (NaT) - Precipitación y evapotranspiración

Cuadro 1.2.1.- Información requerida a los puntos focales (Continuación)

Ministerio	Dependencia	Información requerida
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (cont.)	D.G. Desarrollo Rural y Política Forestal	<ul style="list-style-type: none"> - Estadísticas y cartografía de forestación de tierras agrícolas PAC - Mapa Forestal de España (MFE 200) - Información de base del IFN4 - Base de datos y cartografía de repoblaciones forestales no PAC - Base de datos y cartografía de incendios forestales - Estadísticas y cartografía de recuperación de biomasa en áreas que sufrieron incendios forestales - Anuario Estadístico Forestal - Estadísticas de extracción de madera y leñas y de su destino posterior - Información de quemas controladas en bosque - Otras prácticas de gestión forestal - Funciones y parámetros de estimación de la fijación de biomasa en las repoblaciones forestales
	D.G. Producciones y Mercados Agrarios	AGRICULTURA <ul style="list-style-type: none"> - Prácticas agrarias de gestión de suelos - Mapa de cultivos y aprovechamientos - Quema de residuos agrícolas - Consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados - Consumo de pesticidas y fitosanitarios - Información de Guía de Buenas Prácticas para la distribución de la aplicación de fertilizantes - Parque de maquinaria móvil agrícola autopropulsada - Instalaciones de combustión estacionaria - Variación interanual de herbáceos a leñosos, de leñosos a herbáceos y entre leñosos - Funciones y parámetros de estimación de la función del crecimiento temporal de la biomasa de los cultivos leñosos GANADERÍA <ul style="list-style-type: none"> - Censos/encuestas de efectivos ganaderos y avícolas del "Anuario de estadística" - Estadísticas de producción ganadera (leche, carne, etc.) REGISTRO NACIONAL DE LODOS <ul style="list-style-type: none"> - Producción y destino de lodos de EDARs - Lodos de depuradora extendidos al aire libre para su secado - Porcentaje de nitrógeno contenido en lodos con destino "uso agrícola"
	D.G. Industria Alimentaria	<ul style="list-style-type: none"> - Contenido de proteína en la dieta alimentaria - Información de la industria agroalimentaria con procesos de fabricación de cal que den lugar a emisiones de CO₂ - Información de la industria agroalimentaria con procesos de tratamiento de aguas de tipo anaerobio que den lugar a emisiones de CH₄
	D.G. Agua	<ul style="list-style-type: none"> - Información sobre la red de EDARs urbanas - Tratamientos de aguas residuales industriales
	D.G. Ordenación Pesquera	<ul style="list-style-type: none"> - Censo de flota pesquera operativa - Base de datos sobre flota pesquera

1.2.2.- Panorámica de la planificación del inventario

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural (DG-CEAMN), como autoridad competente del SEI y, dentro de ella, la SG-CAyMAI como unidad operacional, diseña y dirige las tareas de planificación del inventario, destacando entre ellas por su especial importancia las siguientes:

- 1) Identificación de actividades prioritarias para la mejora del inventario, tomando como base la identificación de categorías clave y la disponibilidad de recursos y programación de objetivos orientados a dicha mejora.
- 2) Plan de mantenimiento y revisiones del resto de actividades del inventario que no se consideran tan prioritarias.
- 3) Asignación de recursos humanos/materiales e identificación de responsabilidades para el desarrollo de las actividades consideradas en los puntos 1) y 2) anteriores.
- 4) Establecimiento del plan de controles (plazos, resultados, análisis de desviaciones y acciones correctoras) sobre el desarrollo del punto 3) anterior.

En lo que concierne a la información suplementaria para el Protocolo de Kioto se analiza en esta fase de planificación la disponibilidad de nueva información sobre áreas temáticas e instrumentos de estimación:

- a) En cartografía se analizan las actualizaciones de mapas de usos y coberturas del suelo: i) CORINE LAND-COVER; ii) Mapa Forestal; iii) Mapa de Cultivos y Aprovechamientos Agrícolas; iv) Mapas con información de suelos y otras coberturas temáticas.
- b) En información estadística de base se analizan las actualizaciones de Inventarios y Estadísticas: i) Inventario Forestal Nacional; ii) Anuario de Estadística Forestal; iii) Registros y Estadísticas de Forestación, iv) Anuario de Estadística del MAGRAMA (datos proporcionados anteriormente por el anuario de estadística agroalimentaria del MAPA); v) ESYRCE (Encuesta de Superficies Y Rendimientos de Cultivos en España), vi) Base de datos de perfiles de suelos y su contenido de carbono orgánico (recopilada por CEAM).
- c) Revisión e introducción de nuevas metodologías en función de la disponibilidad de nueva información y de recursos asignables a su desarrollo e implementación.

Estas tareas se acometen entre los meses de enero y febrero de cada año, dejando documentadas las decisiones del plan para la nueva edición del Inventario. En estas tareas colabora con la SG-CAYMAI la Asistencia Técnica para la elaboración del inventario y se recoge toda la información relevante aportada en el periodo anterior por las instituciones colaboradoras del SEI y teniendo en cuenta adicionalmente los resultados de las actividades de control de calidad, los informes de equipos revisores y, en su caso, los de aseguramiento de calidad y de verificación.

1.2.3.- Panorámica de la preparación y gestión del inventario

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural (DG-CEAMN), como autoridad competente del SEI y, dentro de ella, la SG-CAYMAI como unidad operacional, diseña y dirige las tareas de preparación y gestión, y cuenta especialmente para ello con los recursos de la Asistencia Técnica del Inventario y la colaboración de las distintas entidades referidas más arriba en el apartado de arreglos institucionales.

Aunque el proceso de preparación del inventario se describe en mayor detalle en la sección 1.3 siguiente se reseñan aquí, como epígrafe de visión panorámica, por su especial importancia las siguientes etapas:

- 1) El procedimiento comienza con el análisis de las categorías clave identificadas en la edición anterior del inventario y que constituyen el punto de partida para la asignación de prioridades de mejora del inventario y de mantenimiento de las restantes actividades.

Sobre las categorías clave que figuren como prioritarias en el plan de desarrollo del nuevo inventario se efectúa un diagnóstico para lograr la mejor implementación del método de estimación de emisiones a aplicar sobre las mismas teniendo en cuenta el plazo para la obtención de los objetivos citados y la asignación de los recursos disponibles.

- 2) La segunda etapa del proceso es la elección de los métodos para la estimación de las emisiones. Se incluyen dentro de esta etapa tanto la elección inicial, para nuevas categorías, como la revisión de los métodos seleccionados para aquellas categorías sobre las que se proponen cambios metodológicos.
- 3) La tercera etapa del proceso es la recopilación de la información necesaria para la aplicación de los métodos seleccionados según actividad (parámetros y variables de actividad, algoritmos y factores de emisión, emisiones medidas o estimadas).
- 4) La cuarta etapa del proceso es el tratamiento de los datos. Esta fase engloba la integración de datos de base con los métodos de estimación de emisiones para la aplicación de los procedimientos de cálculo de tales emisiones.
- 5) La quinta etapa del proceso es la elaboración de informes y tablas de resultados de emisiones de contaminantes a la atmósfera requeridos por los diversos foros a los que el SEI debe informar, buscando siempre el mejor balance entre exactitud y precisión, por un lado, y recursos disponibles, por otro, conforme a los criterios de forma, contenido y plazo exigidos.
- 6) En último lugar el inventario se somete a aprobación, según lo dispuesto en el ACDGAE-2007. Una vez aprobado el inventario, los informes y datos en las formas de presentación requeridas en cada caso, se hacen públicos y se envían a los organismos internacionales, a través de los puntos focales nacionales.

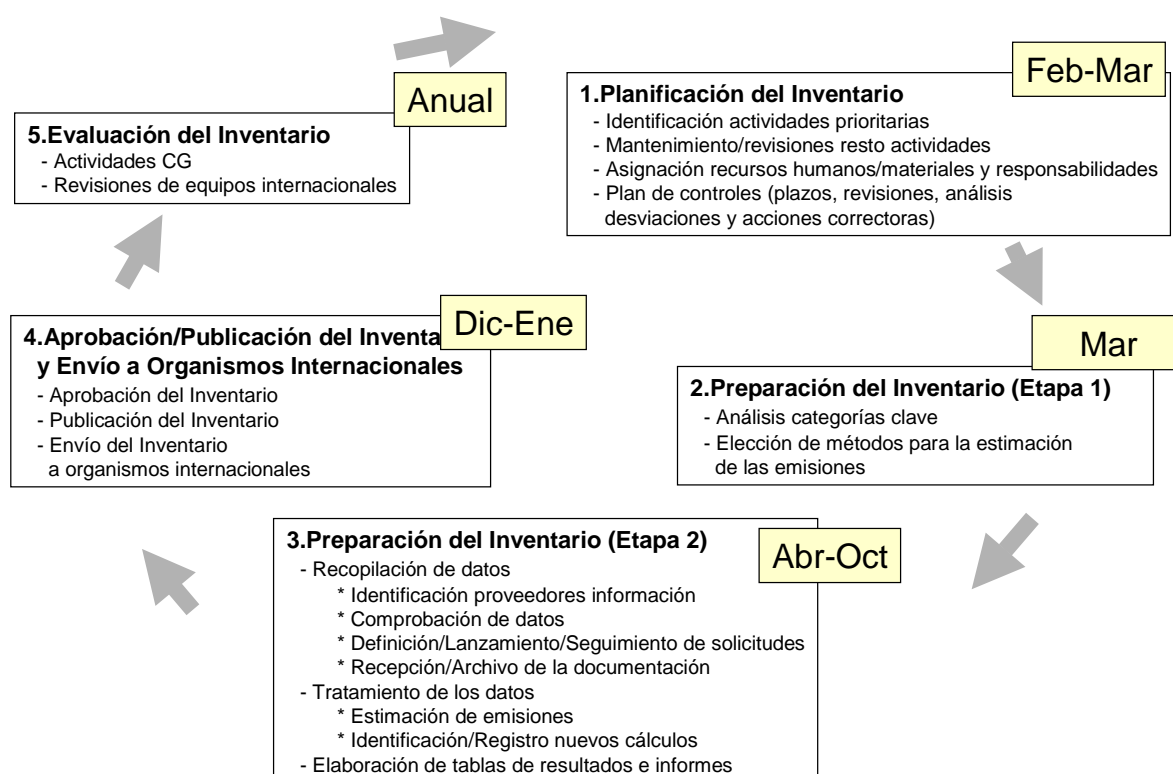
En lo que concierne a la información suplementaria en el ámbito del Protocolo de Kioto se desarrollan en esta fase de preparación y gestión del inventario las siguientes tareas:

- a) Análisis, interpretación e integración de resultados provenientes de distintas fuentes de información y entre ellos especialmente los de clase de usos del suelo (y cambios de uso) derivados de las explotaciones cartográficas y los de los registros y estadísticas.
- b) Implementación, en su caso, de las nuevas metodologías aplicables sobre la base de la disponibilidad de nueva información y de los recursos asignables, lo que constituye una circunstancia muy presente en esta área de nuevo desarrollo del Protocolo.

El calendario prospectivo para el desarrollo de estas etapas es el siguiente: i) febrero y marzo (etapas 1 y 2), abril a octubre (etapas 3 a 5), diciembre (etapa 6).

La figura 1.2.4 siguiente ilustra el ciclo anual de actividades de planificación y elaboración del inventario.

Figura 1.2.4.- Diagrama del ciclo anual de actividades del inventario.



1.3.- Preparación del Inventario

El inventario nacional de emisiones está concebido como un inventario único susceptible de ser presentado en una diversidad de formatos de salida. Uno de estos formatos es el que corresponde a la presentación de las emisiones de gases de efecto invernadero que se realiza tanto para la Comisión de la Unión Europea como para la Secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El sistema como tal es un sistema integrado con procedimientos generales aplicables al inventario a presentar al Convenio y a la información suplementaria requerida por el Protocolo de Kioto. Es por ello que la estructuración de esta sección 1.3 se desarrolla en general de forma común tanto para el inventario de la Convención como para los aspectos propios del Protocolo de Kioto, si bien, por facilidad de referencia se incluye un epígrafe final (1.3.7) donde se resumen los aspectos más relevantes de preparación del inventario relacionados con la información requerida en el ámbito del Protocolo de Kioto.

El proceso de elaboración del Inventario se desarrolla a lo largo de una serie de etapas en las que se incluyen: la identificación de categorías clave, la elección de métodos,

la recopilación de información, el tratamiento de la información, la presentación de resultados y evaluación de incertidumbre, y la validación del Inventario. Estas etapas se describen en los subepígrafes siguientes.

1.3.1.- Identificación de categorías clave

El desarrollo de esta etapa tiene como objetivo primario establecer el orden de importancia relativa de las categorías de fuentes y sumideros por su contribución a las emisiones y absorciones del conjunto del inventario. Un objetivo ulterior es la ayuda a la asignación eficiente de recursos para la mejora de la exactitud y precisión del inventario mediante la identificación y priorización del esfuerzo de mejora de la estimación sobre aquellas categorías, denominadas *categorías clave*¹⁴, con mayor influencia en el nivel absoluto o en la tendencia de las emisiones estimadas en el inventario, ponderando cuando sea posible, dicho nivel o tendencia por la incertidumbre de la estimación de las emisiones de la categoría en cuestión.

Cabe destacar aquí, que desde la edición 2010 del inventario se ha aplicado el enfoque de nivel 2 (tier 2) para la identificación de las categorías clave, lo que se considera un importante avance en el objetivo de mejora continua del inventario.

1.3.2.- Elección de los métodos para la estimación de las emisiones

El objeto de esta fase es la elección de los métodos que se van a emplear en el Inventario para la estimación de las emisiones en cada categoría de fuentes y de sumideros. Se incluyen dentro de esta etapa tanto la elección inicial, para una categoría no considerada con anterioridad, como la elección del método revisado, para aquellas categorías en que sobre un método existente se promueve un cambio metodológico. Los elementos a considerar en el proceso de decisión incluyen: el análisis previo de factibilidad sobre el conjunto de metodologías disponibles (disponibilidad de información requerida, practicabilidad efectiva de los algoritmos de estimación), y el análisis coste-eficacia entre los recursos requeridos (recursos de desarrollo, implementación y mantenimiento) y los beneficios en términos de previsión y exactitud asociados a esa metodología-categoría en el conjunto del Inventario.

Criterios de elección de métodos

El método de estimación de las emisiones depende de la naturaleza de la actividad considerada y, en este aspecto, muy especialmente de la consideración o no de la misma como categoría clave y de la disponibilidad de la información de base. La elección del método se orienta en cada caso a obtener el resultado más exacto y preciso de las

¹⁴ Las Guías IPCC de Buenas Prácticas de 2000 (general) y de 2003 (específica para LULUCF de Convención y de Protocolo de Kioto) definen una categoría como clave si tal categoría (fuente emisora o sumidero) puede ejercer una influencia significativa en la estimación global del inventario, ya sea en valor absoluto o en la tendencia de la serie.

emisiones de cada actividad examinada con un plan de mejora progresiva a lo largo del tiempo, yendo a enfoques (tiers) cada vez más avanzados.

Se ha seguido en gran medida el esquema del árbol de decisiones para la elección de método que, para las distintas actividades, se propone en las correspondientes secciones de: las Guías revisadas 1996 de IPCC, las Guías IPCC de Buenas Prácticas para la elaboración de inventarios nacionales de GEI de 2000 y las Guías de Buenas Prácticas de LULUCF de 2003, y en algunas actividades, cuando se ha considerado como mejora sustancial y con posibilidad de aplicación, se ha seguido la Guía IPCC de 2006. Estas guías de IPCC han sido complementadas en cuanto a información específica de algoritmos y factores de emisión con las siguientes fuentes de referencia generales: Libro Guía EMEP-CORINAIR, Guía AP-42 de EPA-EEUU, otras fuentes de referencia más secundarias y, por supuesto, las metodologías nacionales (tiers avanzados con especificidades nacionales) que se consideren una mejora sobre las expuestas en aquellas referencias generales.

Tipología de los métodos

La elección de la metodología se ajusta a alguno de los tipos establecidos en la siguiente clasificación de métodos:

- I) Métodos basados en datos de emisiones observadas
 - a. Medición continua
 - b. Medición a intervalos periódicos
- II) Métodos basados en procedimientos de cálculo
 - a. Balance de materiales
 - b. Modelización/correlación
 - c. Factor de emisión

Revisión de metodologías

Se realiza un examen de metodologías centrado principalmente en las que, estando asociadas a categorías principales, sean candidatas prioritarias a una mejora en su enfoque (avance de nivel). Para las categorías no-clave se establece un plan de examen rotatorio de forma que en un ciclo trienal se haya analizado el potencial de mejora metodológica de todas ellas.

1.3.3.- Recopilación de datos

El objeto de esta fase es la recopilación de los datos requeridos sobre parámetros y variables de actividad, de la información sobre algoritmos y factores de emisión, y, en su caso, sobre emisiones medidas o estimadas y, en general, de la información necesaria para la aplicación de los métodos seleccionados según actividad.

Para la recopilación de datos de actividad se parte de:

- La nomenclatura de actividades y contaminantes y de la elección del método de estimación de las emisiones.
- La identificación de entidades o fuentes de información relacionadas con cada actividad de la nomenclatura.

A cada entidad suministradora de información se le asocia un contenido de petición que cubre variables y parámetros de actividad y, eventualmente, una especificación de los métodos para la estimación de las emisiones.

El proceso de recopilación de datos se realiza siguiendo los pasos siguientes:

- Identificación de los proveedores de información según actividad.
- Comprobación y revisión en su caso de los datos de contacto.
- Definición de solicitudes.
- Lanzamiento y seguimiento de solicitudes.
- Recepción de respuestas a las solicitudes.

Identificación de los proveedores de información

El primer paso es la actualización de los datos obtenidos en ediciones anteriores del Inventario de los proveedores de información clasificados por grupo SNAP. Se solicita a las diversas instituciones con competencia en la materia de cada actividad que informen de las altas, bajas o modificaciones producidas durante el año en las entidades, empresas, plantas, etc. que pertenecen o están vinculadas a cada institución.

Comprobación de datos

Una vez obtenido el listado de proveedores de información, se realiza una comprobación de los datos de contacto de dichos proveedores. Dicha comprobación se efectúa mediante un seguimiento telefónico, con el fin de verificar los datos de contacto (persona/s de contacto, correo electrónico, correo postal) de los proveedores de información del Inventario.

La información de datos de contacto se introduce en la base de datos auxiliar *Estado de las Fuentes Documentales del Inventario* (EFDI). En dicha base de datos se recoge el histórico de los datos, se anotan y comentan las modificaciones experimentadas en las empresas, asociaciones y organismos públicos, manteniendo siempre la información correspondiente a ediciones anteriores del Inventario, garantizando así su control, principio en el que se basa el sistema de obtención de datos.

Definición de solicitudes

Una vez actualizado el listado de proveedores de información del Inventario y los datos de contacto de los mismos, se realiza un análisis sobre la documentación que se debe solicitar a cada proveedor de información (cuestionario a cumplimentar, publicación especial).

Para los proveedores que colaboraron en la edición anterior del Inventario, se revisan las solicitudes de información enviadas en dicha edición, realizando en cada caso las modificaciones pertinentes. Para los nuevos proveedores de información se analiza la información a solicitar y se desarrolla un formulario nuevo si el contenido de la información a solicitar no encaja en alguno de los tipos de formularios ya existentes.

La solicitud de información consta generalmente de una carta (en la que se solicita la colaboración del proveedor y se explica el contenido del envío) y de uno o varios anexos (cuestionario a cumplimentar, plantillas de recogida de datos) habitualmente diseñados en ficheros EXCEL o WORD. En otros casos, se solicitan en la propia carta (sin anexos) los datos o publicaciones del organismo al que se dirige la petición de información.

Lanzamiento y seguimiento de solicitudes

Una vez identificadas las entidades y la información que se debe solicitar a cada una de ellas, se cursan las peticiones de información.

Estas peticiones se envían, a las personas de contacto identificadas en la etapa de comprobación de datos de contacto, realizando un doble envío de cada petición, por correo postal (envío de la carta de solicitud firmada por la Directora de la DG-CEAMN, lo que da carácter oficial a la petición) y por correo electrónico (envío de la carta y los anexos de información solicitada lo que permite una mayor agilidad y eficacia en la preparación de la respuesta por el destinatario de la solicitud como en su procesamiento posterior en la DG-CEAMN).

La base de datos EFDI recoge la relación de información solicitada a cada entidad, fecha de envío y fecha límite de recepción de la respuesta, por actividad SNAP y para cada edición del Inventario.

Se realiza un seguimiento continuado del estado de situación de las peticiones con ayuda de la base de datos EFDI, mediante un sistema de alertas se lanzan en su caso recordatorios si pasan determinadas fechas, y finalmente se cierra la gestión de las peticiones tramitadas señalándolas según sea el caso con las etiquetas de “finalizada” o “pendiente”.

En el caso de que en el plazo indicado, en la carta de solicitud, para la recepción de la respuesta no se hubiera recibido la información por parte del proveedor, se procede al recordatorio, mediante contacto telefónico y envío de correo electrónico, de la necesidad de disponer de dicha información, subrayando el carácter obligatorio de dicha petición (obligatoriedad derivada de la consideración del inventario como operación estadística) y la necesidad de remitirla correctamente cumplimentada a la mayor brevedad posible.

Recepción de solicitudes

Sobre los envíos recibidos, se hace un examen formal externo con el fin de detectar posibles omisiones o carencias que en su caso motivarán un bucle hacia el sistema de lanzamiento de peticiones con el objetivo de subsanar esas deficiencias. A continuación, se realiza la recepción de información, y se notifica a las entidades que la han facilitado acuse de recibo de la misma, así como que se va a realizar una validación preliminar de los datos facilitados, que se completará con los tests posteriores que se realicen en la etapa de tratamiento de los datos. Alternativamente, para las entidades que no hayan facilitado en plazo la información solicitada, se hará una notificación de carencia de información para ser procesada en la edición en curso.

La base de datos EFDI recoge todo el proceso de envío y recepción de solicitudes para cada edición del Inventario asegurando su trazabilidad.

Archivo de la documentación

Toda la documentación generada a lo largo del inventario queda recogida en un registro, evidenciando las operaciones realizadas y resultados obtenidos. Este registro se conserva en formato electrónico o papel, de manera que se evite su manipulación, deterioro o pérdida.

Se sigue un procedimiento estandarizado que comprende:

- Organización y puesta en servicio de la documentación a medida que vaya siendo generada por el proyecto.
- Clasificación y mantenimiento de los documentos con información sustantiva en archivo estructurado.
- Descripción de la documentación, contenido y palabras clave para facilitar su consulta posterior.
- Instalación física que garantiza su fácil recuperación y conservación.

Así pues el archivo lo componen los datos de base y documentación asociada, la cual está basada en las relaciones entre categorías SNAP, entidades y documentos, agrupándose estos, formando series documentales en orden cronológico. Asimismo comprende los diversos informes enviados y la base de datos del inventario en sí.

Esta base de datos así como la información más relevante se encuentra duplicada tanto por motivos prácticos de organización del trabajo, como por seguridad, en la DG-CEAMN y en la entidad que presta la Asistencia Técnica para la elaboración del inventario.

Todo este sistema de gestión de información está enfocado para cumplir los objetivos de salvaguarda de información y acceso rápido y preciso a la misma.

1.3.4.- Tratamiento de los datos

El objeto de esta etapa es el desarrollo, implantación y mantenimiento de los algoritmos de estimación de las emisiones en concordancia con los métodos elegidos y la información sobre variables de actividad y parámetros y otras especificaciones de proceso recogidas en la recopilación de datos.

Esta fase engloba la integración de los datos de base con los métodos de estimación de emisiones para la aplicación de los procedimientos de cálculo de tales emisiones.

Los datos de actividad, factores de emisión y procedimientos de cálculo están implementados en la base de datos ORACLE del Inventario donde se gestiona el tratamiento de los datos y se genera la estimación de las emisiones. Sin embargo, existen procedimientos de cálculo previos que se realizan en módulos externos a la base de datos, y que mayoritariamente están soportados en herramientas del tipo hojas de cálculo y bases de datos auxiliares¹⁵.

Dentro de esta fase se engloba también el tratamiento de datos que supone el replanteamiento de metodologías y los nuevos cálculos.

Para procesar la información, se utiliza una combinación de los enfoques abajo-arriba (es decir, desde el nivel detallado al nivel agregado) y arriba-abajo (del nivel agregado al nivel detallado). En general, el enfoque abajo-arriba utiliza, siempre que se halla disponible, información contrastada en los niveles más desagregados de las jerarquías sectoriales de la nomenclatura de actividades potencialmente emisoras de contaminantes base del inventario (nomenclatura SNAP) y territoriales (nomenclatura NUTS de EUROSTAT). Sobre la base de esa información de partida, se procede a obtener por agregación sucesiva las estimaciones para los niveles superiores hasta llegar al máximo nivel.

Este primer enfoque se utiliza en los grandes focos puntuales y en buen número de las fuentes superficiales (por ejemplo, emisiones de las industrias extractivas, cultivos agrícolas y ganadería). El segundo enfoque, arriba-abajo, se emplea en la parte restante de las fuentes superficiales.

Base de datos: contenidos de información

La información de base obtenida de los proveedores se representa y archiva en la base de datos ORACLE del Inventario realizando los pasos siguientes:

- Ampliación, si es preciso, del esquema relacional con la representación de los nuevos conjuntos de datos recibidos.
- Verificación e integración de los datos en la base de datos:

¹⁵ En la aplicación práctica los más frecuentemente utilizados son hojas de cálculo EXCEL y bases de datos ACCESS.

- Aplicación de los criterios de coherencia interna de los datos de cada bloque de datos. Se identifican las ausencias de información, se detectan los datos anómalos (erróneos o sospechosos de serlo), y se establece comunicación con el proveedor con el objetivo de conseguir la información ausente, diagnosticar la información identificada como anómala, y corregir la información errónea.
- Aplicación de los criterios de coherencia de los conjuntos de datos proporcionados por los distintos proveedores. Se identifican los conjuntos de datos potencialmente incompatibles y se establece comunicación con los proveedores con el objetivo de resolver las contradicciones aparentes.
- Integración en la base de datos de la información validada.

Base de datos: algoritmos de cálculo

Se representan en la base de datos ORACLE del Inventario mediante consultas y procedimientos almacenados los algoritmos de estimación de emisiones que llaman a su vez a las variables, parámetros y factores de emisión seleccionados en la etapa de elección y desarrollo de los métodos.

Estimación de las emisiones

Previa a la estimación final de las emisiones, se realiza una estimación preliminar de las emisiones anuales por sectores y subsectores de categoría de actividad y sustancia (gas contaminante). Sobre estas estimaciones previas, se contrastan a lo largo de los años del periodo inventariado las contribuciones por sector/subsector al total de las emisiones de cada sustancia y para cada sector/subsector las tasas de variación interanuales, todo ello con el fin de detectar posibles anomalías.

En caso de detectar anomalías, se investiga el origen de las mismas, y se resuelven los posibles errores identificados.

Una vez resueltos los errores identificados, se realiza la estimación final de las emisiones de acuerdo con las diversas nomenclaturas de actividades y en todos los formatos requeridos de presentación del Inventario, formato base SNAP, Formato CRF, Formato NFR.

Identificación y registro de nuevos cálculos

La identificación y registro de nuevos cálculos y/o replanteamiento de metodologías se realizan en la aplicación auxiliar *Revisión Metodologías y Nuevos Cálculos* diseñada para tal efecto.

En el proceso de preparación del Inventario, durante la etapa de elección de los métodos, se revisa la metodología empleada en la edición anterior del Inventario. Dicha revisión puede llevar al replanteamiento de la metodología empleada para alguna de las actividades del Inventario. Los replanteamientos de metodologías pueden dar lugar a la realización de nuevos cálculos que pueden afectar a toda o parte de la serie temporal. Por

otra parte, pueden originarse nuevos cálculos como consecuencia de la actualización de datos de base (nueva información disponible o subsanación de errores advertidos).

En la aplicación antes mencionada, se registran tanto los replanteamientos de metodologías que dan lugar a nuevos cálculos como los propios nuevos cálculos a realizar sobre los datos de emisiones de la serie temporal afectada, indicando el origen de la propuesta (verificación interna o notificación externa), motivo (corrección de error, cambio de metodología, cambio factor de emisión/ algoritmo, cambio variable de actividad, cambio categoría fuente), la discusión planteada para la aceptación o no de la implantación del nuevo cálculo, el replanteamiento formulado, los aspectos afectados (aspectos horizontales, grupo/s, subgrupo/s, o actividad/es SNAP afectadas), sustancias afectadas, ítems afectados (variables de actividad, algoritmos de estimación, emisiones) y años afectados.

En el capítulo 10 del IIN “10.- Nuevos cálculos y mejoras” se describen los nuevos cálculos aplicados en el Inventario nacional de emisiones. En dicho capítulo se analizan los siguientes apartados:

- Explicación y justificación de los nuevos cálculos.
- Implicaciones en los niveles de emisión.
- Implicaciones en las tendencias de las emisiones.
- Realización de nuevos cálculos y mejoras previstas en el Inventario (análisis por categorías afectadas).

1.3.5.- Elaboración de tablas de resultados e informes

El objeto de esta fase es la elaboración de informes y tablas de resultados de emisiones de contaminantes a la atmósfera requeridos por los diversos foros a los que el SEI debe informar buscando el mejor balance entre exactitud y precisión, por un lado, y recursos disponibles, por otro, conforme a los criterios de forma, contenido y plazo exigidos.

Cada tipo de informe generado, según sus especificaciones particulares, es registrado y archivado convenientemente.

A continuación se presenta el detalle de informes y tablas de resultados generados:

A) Informe anual sobre emisiones de gases de efecto invernadero

- Informe anual a la Comisión de la Unión Europea
- Informe anual a la Secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Estos informes contienen:

- Emisiones antropogénicas de CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆ (año x-2).
- Datos provisionales CO, SO₂, NO_x y COVNM (año x-2 y definitivos x-3).

- Emisiones y absorciones de usos del suelo y cambios de usos, y silvicultura (año x-2).
- Descripción de metodologías y fuentes de datos utilizados (Anexo I Decisión. 2005/166/CE).
- Información sobre el plan de control de calidad y de garantía de calidad.
- Evaluación de la incertidumbre.
- Descripción e interpretación de tendencias.
- Medidas para mejorar las estimaciones.
- Información de los indicadores.
- Modificaciones sistema nacional.
- Presentación datos CRF (Common Reporting Format) + IIN (Informe Nacional de Inventario).

B) Informe para la Directiva de Techos Nacionales de Emisión.

- Comunicación anual a la Comisión de la Unión Europea.
 - Emisiones antropogénicas SO_x, NO_x, COVNM y NH₃.
 - Metodología EMEP/CORINAIR.
 - Presentación de los datos en tablas NFR (Nomenclature for Reporting) con especificidades sectoriales y territoriales.

C) Informe al Convenio de Ginebra y al Programa EMEP.

- Informe anual a la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas. Programa EMEP.
 - Emisiones antropogénicas SO_x, NO_x, COVNM, NH₃, CO, Material particulado, metales pesados y contaminantes persistentes. Desglose por focos puntuales y desagregación por malla EMEP.
 - Metodología EMEP/CORINAIR.
 - Presentación de los datos en tablas NFR.

En esta fase se realiza el control de las interfaces de la base de datos con los formularios de presentación de las tablas e informes, y se contrastan las variaciones originadas por las revisiones metodológicas y nuevos recálculos efectuados en las sucesivas ediciones de los Inventarios.

1.3.6.- Aprobación del inventario

Para la aprobación del inventario se sigue el procedimiento establecido conforme al ACDGAE-2007 anteriormente referenciado en el epígrafe 1.2.1.a. La propuesta de Inventario Nacional de Contaminantes a la Atmósfera, elaborada por la DG-CEAMN, es remitida por el Ministro de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente a la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos.

Una vez aprobado el Inventario de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera, los informes y datos del Inventario en las formas de presentación requeridas en cada caso, se hacen públicos y se envían a los organismos internacionales, a través de los puntos focales nacionales ante las secretarías de las distintas convenciones internacionales pertinentes, y entre ellas a la SCMNUCC para el Inventario de la Convención y la información adicional requerida por el Protocolo de Kioto, así como, a la Comisión Europea a través de la Representación Permanente de España ante la Unión Europea.

1.3.7.- Aspectos específicos más relevantes de la información suplementaria requerida por el Protocolo de Kioto

En lo que se refiere a la información suplementaria requerida por el Protocolo de Kioto se ha seguido como referencia de base la metodología de la Guía de Buenas Prácticas para LULUCF del IPCC (2003), tratando de buscar la máxima coherencia de lo informado en relación con las actividades consideradas en el Art 3 párrafos 3 y 4 según lo establecido en el artículo 7 del Protocolo de Kioto, con lo reportado sobre los usos del suelo, los cambios de usos del suelo y la silvicultura a la Convención.

Para el Protocolo se ha seguido el Método de Notificación 1, según el cual se ha tomado la división del territorio nacional por Comunidades Autónomas, actuando estas como las clases con fronteras geográficas georreferenciadas que engloban las unidades de tierra (Art. 3 párrafo 3) y las clases de tierra (Art. 3 párrafo 4) sobre las que se toman las superficies que dan origen a los flujos de gases de efecto invernadero objeto de la estimación a reportar como información complementaria solicitada por el Protocolo de Kioto.

En lo referente a las actividades a las que afecta el Art. 3 párrafo 3 no se ha podido diferenciar entre forestación y reforestación, según la condición, de plazo mayor o menor respectivamente de 50 años, de que la tierra sobre la que se ha desarrollado la actividad no tuviera la condición de “bosque” (forest) tal y como establecen las definiciones de forestación y reforestación en los Acuerdos de Marrakech. Para las actividades de forestación/reforestación la información de base está, en su origen registral, tomada de los expedientes de las actividades individuales. La información sobre deforestación es de base cartográfica, y aunque de menor precisión se considera muy limitada en cuanto a su extensión superficial.

Por lo que se refiere a las actividades sujetas al Art. 3 párrafo 4 elegidas por España y que son: i) la gestión forestal; y ii) la gestión de tierras agrícolas, la preparación y gestión del inventario es diferente en cada caso. Para la gestión forestal se combina la información cartográfica que delimita superficialmente la clase “bosque” (forest) según la definición elegida por España siguiendo los criterios establecidos por los Acuerdos de Marrakech con

la información de los inventarios forestales para estimar la variación de carbono en el depósito principal, la biomasa viva. Para los depósitos de madera muerta y de detritus, ambos sobre el suelo del bosque, se argumenta que no constituyen fuente emisora neta de carbono, por lo que se opta por su no inclusión en el cómputo en esta edición del inventario. Para el carbono orgánico del suelo se computan las variaciones cuando se da cambio de uso del suelo de otros usos (cultivos, pastizales) a forestal y de forestal a asentamientos. En cuanto a las actividades de gestión de tierras agrícolas la información de base de las clases de tierras consideradas se obtiene principalmente de ESYRCE por muestreo estratificado sobre las respectivas áreas territoriales con frontera geográfica georreferenciada que las contienen, las Comunidades Autónomas y complementariamente del Anuario de Estadística del MAGRAMA.

1.4.- Descripción general de las metodologías y las fuentes de datos utilizadas

El sistema como tal es un sistema integrado con procedimientos generales aplicables, tanto al inventario a presentar al Convenio, como en sus aspectos específicos al Protocolo de Kioto. Es por ello que la estructuración de esta sección 1.4 se desarrolla en general de forma común tanto para el inventario de la Convención como para la información adicional solicitada por el Protocolo de Kioto, si bien, por facilidad de referencia se incluye un epígrafe específico (1.4.2) donde se resumen los aspectos más relevantes de preparación del inventario relacionados con la información adicional requerida por el Protocolo de Kioto.

1.4.1.a.- Principios de desarrollo del inventario

A continuación se comenta el desarrollo dado en esta edición 2013 a los principios que deben tenerse en cuenta en la elaboración del Inventario Anual Nacional de Gases de Efecto Invernadero.

Homogeneidad temporal

Una característica importante del proceso de la elaboración de los inventarios ha sido el énfasis puesto para garantizar que, en la medida de lo posible, la serie temporal 1990-2011 fuera homogénea a lo largo de los años con la metodología actualizada de "Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero", versión revisada en 1996 (Manual de Referencia 1996 IPCC), y con la "Guía IPCC de Buenas Prácticas para la Elaboración de los Inventarios", editada en 2000 (Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC), y la "Guía IPCC de Buenas Prácticas para la estimación de las emisiones y absorciones relacionadas con el Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura", editada en 2003 (Guía de Buenas Prácticas LULUCF 2003 IPCC). Las emisiones y absorciones ahora estimadas por tipo de gas han sido expresadas en términos de CO₂-equivalente con los factores de ponderación de los potenciales de calentamiento atmosférico (a horizonte de 100 años) de la edición revisada IPCC de 1995.

Realización de nuevos cálculos

El objetivo de coherencia temporal anteriormente mencionado ha motivado la realización de nuevos cálculos de las series enviadas en la entrega de 2012 que abarcaba el período 1990-2010. Esta revisión, cuya cuantificación se presenta en el capítulo 10 de este informe (IIN) y en las tablas 8(a) y 8(b) del CRF Reporter, ha contribuido sin duda alguna a una mejora significativa de la fiabilidad de las cifras de emisiones y de las tendencias temporales de ellas derivadas. La información básica para el año 2011 es, en parte, provisional (cifras de avance en algunos sectores), por lo que se anticipa que las estimaciones realizadas para dicho año serán presumiblemente recalculadas cuando se disponga de los datos definitivos.

Coherencia

La coherencia en la estimación de las emisiones de CO₂ derivadas de las actividades de combustión ha sido especialmente tenida en cuenta a lo largo de todo el proceso de tratamiento de las actividades que utilizan combustibles fósiles. La cantidad de combustibles utilizados con fines energéticos, y que afecta en consecuencia a la estimación del consumo de combustibles utilizados sin fines energéticos en el sector “Procesos Industriales”, ha sido contrastada con la información de los años disponibles del Balance Energético Nacional según aparece en las publicaciones “Energy Balance Sheets” de EUROSTAT y “Energy Statistics” de la Agencia Internacional de la Energía y ha sido además revisada con información específica a nivel de planta en un conjunto de grandes focos puntuales (principalmente del sector químico). Las emisiones de CO₂ derivadas de la combustión de la biomasa se reseñan dentro de los *Ítems Pro-memoria (Memo ítems)*, aunque siguiendo la metodología IPCC no se computan en el total nacional de emisiones de CO₂. El *enfoque de referencia*, mostrado en las Tablas 1.A(b) y 1.A(c) del CRF, puede, en este sentido, considerarse como un test de coherencia para la estimación de las emisiones de CO₂ derivadas de los procesos de combustión.

Con respecto al sector “Procesos Industriales”, cabe destacar las modificaciones realizadas en el grupo “Consumo de halocarburos y SF₆”, en concreto los algoritmos de estimación de emisiones de HFCs en las actividades de *equipos de extinción de incendios y aerosoles*. En ambos casos, se sigue el principio de coherencia temporal, introduciendo las modificaciones de forma retrospectiva en toda la serie temporal 1990-2011.

En el sector “Agricultura” se han efectuado correcciones a los cambios metodológicos de la edición anterior realizados para el porcino y las aves, cambios que afectan también a la categoría de suelos agrícolas. Adicionalmente, y en lo que concierne a los fertilizantes sintéticos, se ha incorporado un nuevo componente que recoge bajo la denominación de “Otros” el resto de las clases de fertilizantes sintéticos que no tenían mención específica. En estos cambios se ha mantenido siempre el principio de coherencia temporal.

En el sector “Usos del suelo y cambios de usos del suelo y silvicultura” se ha realizado una corrección metodológica para la estimación del depósito de biomasa viva en el bosque que permanece como bosque, corrección que se ha realizado de manera homogénea para todo el periodo inventariado.

En el sector “Residuos” se han tenido en cuenta, para garantizar la coherencia temporal, las revisiones realizadas en las cantidades de residuos depositadas en vertedero y del biogás generado y captado en los vertederos que realizan captación de biogás. Se ha llevado a cabo también la corrección de un pequeño error detectado en la aplicación de la ecuación cinética de primer orden, lo que afecta a las emisiones generadas por el depósito de residuos en vertedero para todo el periodo inventariado. Cabe mencionar, como cambio significativo en este sector, la reestimación que se ha realizado de las emisiones para el extendido de lodos, realizada con objeto de reflejar mas fielmente la evolución real que ha existido en la aplicación de técnicas de secado de lodos procedentes de estaciones depuradoras de aguas residuales a lo largo del periodo inventariado 1990-2011. Otra mejora incorporada en esta edición es la cuantificación de las emisiones generadas en los procesos de biometanización, actividad iniciada en 2004 y de la que hasta ahora no se había tenido información.

Estos y otros aspectos relacionados con la coherencia temporal de las actividades y sus emisiones estimadas se tratan en detalle en los correspondientes capítulos sectoriales 3 a 8 de este informe.

Exhaustividad

La exhaustividad se ha evaluado según la tipología de status de estimación recomendada por la metodología IPCC: *NO* (no ocurren), *NE* (no estimadas); *NA* (no aplica); *IE* (incluidas en otra parte); *C* (confidencial), *O* (inferior a la mitad de la unidad utilizada). Como valoración general puede decirse que el objetivo de exhaustividad se ha conseguido satisfactoriamente, con las salvedades de que: i) en la categoría de “Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura”, aunque se ha estimado la serie temporal completa de superficies y cambios de superficies entre categorías de uso del suelo, no se han podido estimar los flujos de emisión y absorción de todas sus subcategorías y ii) para los gases fluorados (HFC, PFC, SF₆) no se han podido estimar las emisiones potenciales por carencias de información detallada específica sobre los flujos de comercio exterior (importaciones e importaciones) por tipo de gas.

Incertidumbre/calidad de la estimación

La valoración de la incertidumbre se ha realizado siguiendo el enfoque de nivel 1 (Tier 1) según la metodología expuesta en las Guías IPCC de 2000 (General) y de 2003 (LULUCF) y que de manera detallada se presenta en el Anexo 7 de este informe.

Transparencia

Desde un punto de vista formal, la cumplimentación de las tablas de base (background) del CRF Reporter con la inclusión de las variables de actividad, emisiones estimadas y factores de emisión implícitos, así como en su caso de la información complementaria que figura en dichas tablas, constituye el avance más significativo hacia la consecución de la transparencia informativa en la elaboración de los inventarios. Adicionalmente, los requerimientos de transparencia se atienden con la documentación y archivo de las fuentes de información de base que, más allá de lo que lógicamente puede ser reflejado en las tablas de base, han sido utilizadas en la realización de los inventarios.

1.4.1.b.- Metodología general

Los datos mostrados en el conjunto de tablas CRF Reporter de esta edición contienen toda la información relevante sobre las emisiones/absorciones de gases de efecto invernadero directo e indirecto producidas en España en el periodo 1990-2011.

Seguidamente se realiza una breve descripción de los trabajos desarrollados para la elaboración del inventario GEI y, en especial, de cómo se han cumplimentado las tablas CRF Reporter a partir de la información del Sistema Español de Inventario.

Los enfoques recomendados para la estimación de las emisiones en las diferentes guías y directrices del IPCC se adoptaron para todas aquellas actividades para las cuales dichos enfoques se consideraban los más ajustados, teniendo en cuenta los recursos y datos disponibles. En los casos en que se disponía de un enfoque nacional juzgado más adecuado que el enfoque IPCC alternativo, se adoptó, conforme a las propias recomendaciones de IPCC, el enfoque nacional. Así, con respecto a los cruces de tipo de gas y actividad emisora se han adoptado los enfoques que seguidamente se indican en el apartado siguiente.

Metodologías aplicadas por categoría de actividad IPCC

Energía: Procesos de Combustión

Se ha aplicado, para la estimación de las emisiones de CO₂, siempre que ha habido información disponible el balance de masas de carbono, tomando para las características de los combustibles los parámetros nacionales más específicos, facilitados en su caso por las propias fuentes emisoras, caso de los Grandes Focos Puntuales, o derivados de las especificaciones de los combustibles estándar.

Para los restantes contaminantes se han utilizado:

- Factores de emisión de CH₄ y N₂O tomados, para las fuentes de combustión estacionarias y fuentes móviles (excepto tráfico por carretera), en su práctica totalidad de las referencias de IPCC, EMEP/CORINAIR, EMEP/EEA 2009, CITEPA, y API (American Petroleum Institute) Compendium, complementadas para las emisiones de CH₄ de los motores estacionarios de gas natural con información sobre factores de emisión facilitada por los principales proveedores de este tipo de instalaciones.
- Factores de emisión de COVNM y CO tomados, para las fuentes de combustión estacionarias y fuentes móviles (excepto tráfico por carretera), en su práctica totalidad de EMEP/CORINAIR y EMEP/EEA 2009, complementadas para las emisiones de NO_x, COVNM y CO de los motores estacionarios de gas natural con información sobre factores de emisión facilitada por los principales proveedores de este tipo de instalaciones.
- Factores de emisión y algoritmos de estimación, para el tráfico por carretera, tomados de COPERT 4 para todos los contaminantes inventariados de este modo de

transporte, también se utiliza el factor de emisión de N_2O para gas natural de las Guías IPCC.

- Factores de consumo y de emisión (de NO_x , CH_4 , COVNM y CO) para el tráfico aéreo provenientes del modelo MECETA.
- Estimaciones disponibles basadas en medidas directas, casos principalmente del SO_2 y NO_x de los Grandes Focos Puntuales.
- Estimaciones basadas en balance de masas, caso principalmente del SO_2 en las emisiones de fuentes móviles, y de fuentes estacionarias sin tecnologías de desulfuración.

Energía: Emisiones Fugitivas

En esta categoría de actividades se han utilizado métodos nacionales cuando, como en los casos siguientes, se ha contado con información sobre procesos, factores de emisión, o algoritmos de estimación considerados más ajustados a la actividad del sector en España:

- Emisiones de CO_2 en los procesos (no combustivos) de transformación de combustibles, principalmente en coquerías y refino de petróleo.
- Emisiones de CH_4 en la minería y uso del carbón.
- Emisiones de CH_4 , COVNM, y CO_2 en el transporte y distribución por tubería de gas natural y otros combustibles gaseosos (aire metanado/propanado, propano, gas de fábrica).

En las restantes actividades de este sector, se han utilizado factores de emisión de IPCC o de EMEP/CORINAIR y EMEP/EEA 2009, según cual se considerara más representativo. A esta categoría pertenecen, por ejemplo:

- Las emisiones de CH_4 y COVNM generadas en las actividades de exploración y producción nacional de petróleo y gas natural, así como las emisiones fugitivas de ambos contaminantes generadas en las operaciones de carga-descarga y almacenamiento de crudo y productos petrolíferos en las terminales marítimas.

Procesos Industriales

Las emisiones de los tres gases principales con efecto invernadero (CO_2 , CH_4 , N_2O) procedentes de las actividades de este sector se han estimado siguiendo la metodología IPCC. En el caso importante de las emisiones de CO_2 , originadas en los procesos de descarbonatación, se han utilizado los factores según tipo de carbonato, cuando se disponía de la cuantificación de los distintos carbonatos contenidos en las entradas-salidas de materia en los procesos correspondientes; y, en caso de que no se dispusiera de tal información por tipo de carbonato, se han utilizado factores referidos al agregado de materia carbonatada tratada en proceso, según la información disponible en cada sector.

Por otro lado, en las actividades en las que se ha realizado la estimación de las emisiones de CO₂ utilizando un planteamiento de balance de masas, se ha tenido en cuenta el contenido de carbono de los flujos de entrada (materias primas, agentes reductores, aditivos, etc.) o salida a los procesos, teniendo en consideración, en su caso, la fracción de origen fósil de estos insumos y productos. Tal es el caso, por ejemplo, de las emisiones en los procesos de fabricación de ferroaleaciones, silicio metal o carburo de calcio.

En el caso de las emisiones de N₂O en la fabricación de ácido nítrico se ha tomado la información sobre mediciones de este contaminante y sobre las técnicas de reducción de las emisiones facilitadas desde el año 2008, vía cuestionario individualizado, por las plantas actualmente en funcionamiento, habiéndose derivado un factor de emisión para cada planta en el periodo 1990-2007. Para las restantes plantas se ha utilizado un factor de emisión facilitado por la Federación Empresarial de la Industria Química en España (FEIQUE) (para un mayor detalle véase la sección 4.7.2).

Para los gases de efecto invernadero indirecto así como para los óxidos de azufre se ha seguido una combinación de métodos nacionales y mediciones de contaminantes completados, en ausencia de tal información, con factores de emisión de EMEP/CORINAIR y EMEP/EEA 2009.

Para la estimación de las emisiones de gases fluorados (HFC, PFC y SF₆), se adoptó la metodología de IPCC denominada *enfoque real (actual approach)*. El *enfoque potencial (potential approach)* complementario no se consideró viable ya que en el nivel máximo de desagregación de la nomenclatura de comercio exterior no se pueden identificar (y también resulta tremendamente complejo hacerlo en la propia cadena de importadores-distribuidores-exportadores) las transacciones comerciales por tipo de gas individual, es decir, de:

- HFC-23; HFC-32; HFC-125; HFC-134a; HFC-143a; HFC-152a; HFC-227ea; HFC-236fa dentro del grupo de los HFC;
- CF₄; C₂F₆; C₃F₈; C₄F₁₀; dentro del grupo de los PFC; y
- SF₆

Uso de Disolventes y Otros Productos

En este grupo, en el cual la propia metodología IPCC remite en gran número de actividades a EMEP/CORINAIR, se han utilizado métodos nacionales complementados con factores EMEP/CORINAIR y EMEP/EEA 2009, de EGTEI-CLRTAP/EMEP e IIASA.

Agricultura

En el grupo de actividades agrícolas debe diferenciarse el tratamiento metodológico por subsectores y en su caso tipo de gas. Así se tiene que:

- En la estimación de las emisiones de CH₄ provenientes de la fermentación entérica del ganado, se ha seguido la metodología IPCC, con enfoque avanzado (tier 2) para el

ovino. En el caso del bovino y porcino se ha implementado un enfoque más avanzado (que, a criterio del ERT de la In Country Review 2011, pese a ser más elaborado que el utilizado para el vacuno y ovino, debe ser considerado tier 2 y no tier 3) utilizando parámetros nacionales relacionados con la dieta alimentaria, las características productivas, las necesidades energéticas, la relación entre energía y proteína y los sistemas de gestión de los estiércoles. Finalmente, para el resto de animales, se ha seguido un enfoque simple (tier 1).

- Para la estimación de las emisiones de CH_4 y N_2O provenientes de la gestión de estiércoles, se ha seguido la metodología IPCC, apoyada en estimaciones nacionales sobre la distribución de los sistemas de gestión de estiércoles. En el caso del bovino, el porcino y aves se ha implementado un enfoque más avanzado utilizando parámetros nacionales relacionados con la dieta alimentaria, las características productivas, las necesidades energéticas, la relación entre energía y proteína y los sistemas de gestión de los estiércoles (como en el caso referido más arriba para la fermentación entérica, a criterio del ERT de la In Country Review 2011, pese a ser más elaborado que la metodología tier 2 de IPCC, debe ser considerado tier 2 y no tier 3).
- Un tratamiento similar, metodología IPCC soportada con factores de emisión nacionales, se ha seguido para la estimación de las emisiones de CH_4 en el cultivo del arroz.
- En el caso de las emisiones de N_2O provenientes de los suelos agrícolas, se ha utilizado la metodología IPCC apoyada, en cuanto a la determinación de parámetros y variables básicas de actividad, en resultados de estudios nacionales.
- En la estimación de las emisiones de NO_x de suelos se ha utilizado la metodología EMEP/CORINAIR al no disponerse de una alternativa en IPCC.
- La estimación de las emisiones de contaminantes generados en la quema de residuos agrícolas se ha realizado: a) para el CH_4 , CO , N_2O y NO_x , utilizando la metodología IPCC; y b) para el SO_x y COVNM utilizando la metodología IPCC de cálculo de carbono contenido en la planta y el factor de emisión de EMEP/CORINAIR.

Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura

En este grupo se ha realizado un progreso muy notable en las últimas ediciones del inventario. Además de informar de los sumideros de CO_2 en el bosque que se mantiene como bosque, se informa de los sumideros en las actividades de forestación/reforestación que implican el paso de tierras con un uso anterior distinto del forestal a bosque en transición. En cuanto a los asentamientos, se informa de la conversión a este tipo de uso de tierras que anteriormente estaban clasificadas como tierras de cultivo, pastizales, otras tierras y bosques. También se informa del paso de tierras de cultivo a pastizales y a otras tierras, y finalmente del paso de pastizales a tierras de cultivo. En el caso de incendios forestales se informa de las emisiones de GEI distintos de CO_2 .

En tierras agrícolas, aunque la mayoría de la superficie se encuentra en balance neutro de carbono, se han identificado superficies en las que se desarrollan prácticas específicas de gestión que resultan en flujos de emisiones/absorciones. Estas prácticas se

componen de las transiciones entre cultivos herbáceos y leñosos y las prácticas de gestión de suelos de cultivos leñosos.

La metodología sigue las orientaciones de la Guía de Buenas Prácticas IPCC de 2003 utilizándose, en los algoritmos de estimación de emisiones/absorciones, parámetros nacionales siempre que ha sido posible, mientras que en los casos en que no se dispone de tal información, se ha recurrido a los propuestos en la citada guía de IPCC.

Por lo que se refiere a la estimación de la serie temporal de superficies por categorías de usos del suelo y cambios de superficie entre dichas categorías, se ha utilizado la información de base de CORINE-LANDCOVER (años de referencia 1990 y 2006) cruzada con el Mapa Forestal Español escala 50.000 (MFE-50) y complementada, en su caso, con registros y estadísticas de cambios de uso del suelo. Esta información cartográfica de base se ha tratado con las herramientas propias de un sistema de información geográfica.

Como información de base más relevante de tipo registral y estadístico se ha utilizado la proveniente de las siguientes fuentes: el Inventario Forestal Nacional, las Estadísticas de Forestación de Tierras Agrícolas con ayudas de la Política Agraria Común (PAC), la forestaciones/reforestaciones no financiadas por la PAC y la Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE).

Residuos

Las emisiones de CH₄ y N₂O, emitidos en las actividades de tratamiento y eliminación de residuos se han estimado siguiendo la metodología IPCC. La actividad más relevante en las emisiones ha sido la de depósito en vertedero de los residuos urbanos, diferenciando entre depósito en vertederos gestionados y no gestionados. La estimación de la emisión de metano, debida a la degradación anaerobia de la fracción orgánica de los residuos, se ha estimado siguiendo la ecuación cinética de primer orden de IPCC. En el caso de los vertederos gestionados que realizan captación de biogás se ha recogido (mediante cuestionario individualizado) y procesado la información a nivel de planta¹⁶. Por lo que se refiere a las actividades de tratamiento de las aguas residuales urbanas e industriales, se han seguido también las guías IPCC para la estimación de las emisiones de CH₄ en las líneas de aguas y lodos. Otras fuentes estimadas en el sector se refieren a las emisiones de N₂O por el consumo humano de proteínas, estimación realizada según IPCC, las emisiones generadas por el secado al aire libre en eras de los lodos producidos en las estaciones depuradoras de aguas residuales y la incineración de residuos cuya estimación de las emisiones se ha realizado según las guías de EMEP/CORINAIR¹⁷. En la pasada edición se incorporó una nueva actividad, la biometanización, la cual consiste en llevar a cabo un tratamiento anaerobio controlado sobre los residuos orgánicos con objeto de generar biogás

¹⁶ Cuando el biogás captado en estos vertederos se valoriza energéticamente la estimación de las emisiones se incluye en la categoría IPCC 1A1a del sector "Energía".

¹⁷ Cuando se realiza valoración energética de los residuos incinerados la estimación de las emisiones se incluye en la categoría IPCC 1A1a del sector "Energía".

y aprovecharlo energéticamente. La información se ha recogido mediante cuestionario individualizado y se ha procesado la información a nivel de planta¹⁸.

Tratamiento del carbono almacenado en productos combustibles

El consumo de productos combustibles para uso no-energético aparece contabilizado en el balance de combustibles bajo el epígrafe homónimo. Las cantidades de cada tipo de combustible reseñadas en dicho epígrafe se incorporan en el análisis del *enfoque de referencia* (*reference approach*) haciendo de cada una de ellas el oportuno desdoblamiento en dos fracciones: a) la que queda almacenada en productos; y b) la que presumiblemente se libera a corto plazo dando lugar a las correspondientes emisiones de CO₂, según el mencionado *enfoque de referencia*.

Tratamiento de los bunkers internacionales de combustibles

Para la estimación *pro-memoria*, es decir fuera del total nacional, de las emisiones correspondientes al tráfico marino y aéreo internacionales se han tomado como variables de actividad las cifras de consumo de combustibles que en los balances energéticos aparecen asignadas a los respectivos tráficos internacionales: búnkeres marinos internacionales y la navegación aérea internacional.

La fuente de referencia principal para recopilar la información relativa al consumo anual de combustibles, diferenciado por modo de transporte y tipo de combustible, ha sido el balance energético de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), complementado con el cuestionario de productos petrolíferos remitido por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR) a los organismos internacionales, AIE y EUROSTAT. Los datos de base, expresados en unidades físicas (kilotoneladas), se han convertido a unidades de energía de poder calorífico inferior (TJ_{PCI}) atribuyendo a los combustibles consumidos unas características estándares¹⁹.

Cabe señalar el tratamiento diferente, según modo de transporte, de la información recopilada en las citadas fuentes atendiendo a la disponibilidad o no de información complementaria que posibilite una determinación del reparto según segmentos del tráfico (nacional vs. internacional). Así, mientras que para los bunkers marinos internacionales el inventario ha reproducido en su estimación *pro-memoria* las cifras originales de consumo de los balances nacionales oficiales; la estimación del inventario para el tráfico aéreo, respetando el consumo total de carburante de aviación que figura en los balances energético, ha reestimado las cuotas de participación de los dos segmentos de tráfico. Para una descripción de la metodología de cálculo y factores de emisión adoptados se remite a los apartados del capítulo sectorial de "Energía" relativos al tráfico aéreo y navegación nacional (apartados 3.6 y 3.8).

¹⁸ Cuando se realiza valoración energética del biogás captado, la estimación de las emisiones se incluye en la categoría IPCC 1A1a del sector "Energía". Cuando dicho biogás se quema en antorchas, las emisiones se incluyen en la categoría IPCC 6D.

¹⁹ Para la conversión de masa a energía se ha considerado un poder calorífico inferior de 40,18 GJ/t para el fuelóleo, de 42,4 GJ/t para el gasóleo y de 43,36 GJ/t para los combustibles de aviación.

Consecuencia de las acciones actualmente en desarrollo para la mejora de la estimación del tráfico marítimo nacional²⁰, se plantea una futura revisión de la distribución entre los segmentos nacional e internacional del consumo total reportado por las estadísticas para tráfico marítimo y, por consiguiente, de la serie histórica del consumo asignado a búnkeres marítimos internacionales.

1.4.2.- Metodologías específicas para la información suplementaria del Protocolo de Kioto

Las metodologías desarrolladas para las actividades LULUCF consideradas en el Protocolo de Kioto (KP-LULUCF) son las utilizadas en el sector LULUCF. Estas metodologías se describen en detalle en el Capítulo 7. Adicionalmente, en referencia a las actividades de LULUCF, hay que resaltar la existencia de un techo para la contabilización de las absorciones que se producen como consecuencia de las actividades de gestión forestal. Por otra parte, conviene resaltar que las emisiones que se generen en las conversiones de tierras agrícolas a otros usos (distinto de forestal) deben, a partir de 2008, ser contabilizadas dentro de la gestión de tierras agrícolas como se expone con mayor precisión en el Capítulo 11. Finalmente, conviene destacar que, de cara a la contabilidad en el Protocolo de Kioto, las absorciones de la gestión de tierras agrícolas deben contabilizarse como la diferencia entre las absorciones del año y las existentes en el año base (método neto-neto).

1.5.- Breve descripción de las categorías clave

Con el objetivo de optimizar la asignación de recursos para mejorar la exactitud y precisión de las estimaciones del inventario de emisiones, es necesario jerarquizar las actividades objeto de estimación en función de su contribución a la incertidumbre del inventario, desarrollando procedimientos de estimación más precisos en las categorías que se revelen como clave o prioritarias.

En este sentido, la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC define una fuente de emisión como clave si puede ejercer una influencia significativa en la estimación, ya sea en el valor absoluto o en la tendencia de las emisiones. En la GBP-LULUCF 2003 de IPCC se establece ya la distinción entre “categoría clave” y “fuente clave”. El primer término es más comprensivo que el segundo, pues incluye tanto “fuentes” como “sumideros”, mientras el segundo sólo se refiere a las fuentes emisoras. Esta distinción se ha mantenido en la Guía 2006 IPCC.

Ambas referencias metodológicas establecen dos posibles enfoques para construir la jerarquía entre las categorías: el enfoque de nivel 1, que se establece exclusivamente en función de los niveles de emisión y el enfoque de nivel 2, más elaborado, que pondera el nivel de emisión con la incertidumbre de su estimación. Este enfoque de nivel 2, que se considera el más adecuado, es el que ha sido aplicado por España en esta edición del Inventario.

²⁰ Véase el apartado 3.8.5 correspondiente a los planes de mejora para mayor detalle.

En esta sección se presenta la información diferenciada sobre categorías clave según se trate de informar al Convenio (epígrafe 1.5.1), o se trate de la información suplementaria en el ámbito del Protocolo de Kioto (epígrafe 1.5.2).

1.5.1.- Inventario de gases de efecto invernadero para informar al Convenio

La identificación de fuentes clave se ha realizado, en primer lugar, para el conjunto de categorías del inventario con exclusión de las correspondientes a las categorías de LULUFC y, en segundo lugar, se han considerado adicionalmente a las anteriores las correspondientes LULUFC. La determinación cuantitativa de las categorías clave se ha desarrollado para el año de referencia 90/95 y para el año 2011.

Los criterios adoptados en la presente edición responden a los principios establecidos en la GBP-LULUCF 2003 de IPCC que integran los de las Guías de Buenas Prácticas IPPC de 2000, y que en todo caso dejan un amplio margen para incorporar consideraciones nacionales. Entre los elementos específicamente nacionales, se han considerado relevantes para la identificación de las categorías clave, con el objetivo de permitir un análisis más pormenorizado de actividades significativas del inventario, los siguientes:

- Las emisiones de CO₂ por combustión dentro del Sector Energía (excluyendo las originadas por transporte) se han desglosado cruzando el grupo de combustibles, según clasificación en grandes categorías: sólidos, líquidos, gaseosos y otros, con las siguientes subcategorías: centrales térmicas (1A1a), refinerías de petróleo (1A1b), transformación de combustibles sólidos (1A1c), sector industria (1A2) y otras fuentes (1A4). De forma análoga las emisiones de CH₄ y de N₂O se han discriminado por grupo de combustible y fuente de actividad emisora, estableciendo en este caso las siguientes subcategorías: generación de energía y transformación de combustibles (1A1), sector industria (1A2) y otras fuentes (1A4).
- Dentro del tráfico por carretera, las emisiones de CO₂ se han desagregado en tres grandes categorías en función del tipo de combustible, analizando por separado las aportaciones de los vehículos diesel, de los vehículos de gasolina y del parque de combustibles gaseosos (gas natural y GLP).
- Con relación a las emisiones fugitivas en el Sector Energía, se han diferenciado las emisiones para cada una de las subcategorías que la componen, combustibles sólidos (1B1) y productos petrolíferos y gas (1B2), por tipo de contaminante, CO₂ y CH₄.
- Para asegurar un análisis exhaustivo del inventario se ha ampliado el índice de categorías expuestas en la tabla 7.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC adaptándola a la relación de fuentes emisoras nacionales de contaminantes con poder de calentamiento atmosférico. En el conjunto de nuevas categorías incluidas con este objeto cabe señalar la presencia de actividades identificadas como fuentes clave por su valor absoluto y/o su tendencia, entre otras:
 - Producción de dolomita y piedra caliza (2A3) por el gas CO₂

- Otros procesos industriales, donde se excluyen la producción de cemento (2A1), cal (2A2), dolomita y piedra caliza (2A3), y siderurgia (2C1), por el gas CO₂
- Consumo de halocarburos y SF₆ (2F) por los gases HFC y PFC
- Uso de disolventes y de otros productos (3) por el gas CO₂
- Emisiones de suelos agrícolas asociadas a producción animal (4D2) por N₂O

Para desarrollar el análisis cuantitativo se ha evaluado la significación de una categoría en el inventario con las medidas definidas en la Guía 2006 IPCC (ecuaciones 4.1 a 4.4). A partir de las funciones propuestas se calcula para cada categoría una distancia a los valores absolutos totales (a la tendencia global con respecto al año de referencia 90/95²¹) del inventario. Mediante la ordenación decreciente de las distancias asociadas se determina una relación de las categorías en función de su influencia al nivel (tendencia) del inventario, definiendo como clave por nivel (tendencia) aquellas categorías contempladas dentro de los umbrales prefijados en la Guía 2006 IPCC (apartados 4.3.1 y 4.3.2). Para una presentación detallada de los resultados de la identificación de categorías clave se remite al Anexo 1 (véanse tablas A.1.1 a A.1.12).

Desde un punto de vista operativo la citada guía establece dos enfoques o niveles para abordar la identificación de las categorías clave. El enfoque de nivel 1 se orienta a determinar la influencia que, ya sea en valor absoluto o en la tendencia de la serie, una categoría puede ejercer sobre la incertidumbre de la estimación global del inventario, pero sin necesidad de acudir a procedimientos formales de análisis de la incertidumbre²². El

²¹ “Año de referencia 90/95”, 1995 para los compuestos fluorados y 1990 para el resto de contaminantes, de la edición actual del inventario. Se reserva el término “año base” para referirse al año de referencia 90/95 de la edición 2006, serie 1990-2004, del inventario, edición verificada en 2007 por el equipo comisionado al efecto por la SCMCC y en la que quedó fijada la Cantidad Asignada que se tomará como referencia para evaluar el cumplimiento, por parte de España, de su compromiso con el Protocolo de Kioto en el periodo 2008-2012.

²² Las métricas respectivas para el valor absoluto y para la tendencia corresponden a las fórmulas (1) y (2) siguientes:

$$(1) \quad L_{x,t} = \frac{|E_{x,t}|}{\sum_y |E_{y,t}|}$$

$$(2) \quad T_{x,t} = \begin{cases} L_{x,0} * \left| \frac{(E_{x,t} - E_{x,0})}{|E_{x,0}|} - \frac{(E_t - E_0)}{|E_0|} \right| & \text{si } |E_{x,0}| > 0 \\ \frac{|E_{x,t}|}{\sum_y |E_{y,t}|} & \text{si } |E_{x,0}| = 0 \end{cases}$$

donde:

$L_{x,t}$ es la valoración de nivel para la categoría x en el año t

enfoque de nivel 2 hace un planteamiento similar pero contando con que se dispone de la información previa derivada de un análisis formal de la incertidumbre²³. En la edición actual del inventario, la identificación de categorías clave se ha realizado de forma complementaria, con los enfoques de nivel 1 y nivel 2, considerando una categoría clave para el inventario si ha sido identificada como tal en alguno de los dos niveles.

Además de la calificación, según proceda, de una categoría como clave respecto al valor absoluto y/o la tendencia, en términos cuantitativos, son de interés también en algunos casos juicios cualitativos respecto a aquellas categorías que, adicionalmente a los criterios de nivel y/o tendencia, merecen atención por otros posibles motivos como candidatas a ejercer una influencia significativa sobre las estimaciones globales del inventario. En este caso se encuentran, entre otras, las siguientes categorías:

- el uso de HFC en las actividades de frío y refrigeración en las cuales se dispone de información escasa sobre la variable de actividad y donde, además, es presumible que se registre una expansión en el futuro a medida que los HFC desplacen en el uso a otras clases de gases, tales como CFC y HCFC, según estas últimas clases de gases finalicen sus periodos de posibilidad de utilización;
- las emisiones de N₂O del tráfico por la sensibilidad mostrada por el factor de emisión ante el contenido de azufre de las gasolinas, y que se evidencia en una reducción muy importante en los niveles de emisiones en el entorno del año 2000;
- la determinación del consumo de combustibles en el tráfico marítimo y la contribución del segmento doméstico respecto al tráfico total (doméstico más internacional) dada la discrepancia entre las cifras disponibles de los balances energéticos internacionales y de fuentes sectoriales;
- la determinación, en el sector LULUCF, de los flujos de emisión/absorción en el depósito de carbono orgánico de los suelos (COS) por la incertidumbre asociadas a los valores del COS y a sus variaciones debidas a los cambios en los usos de la tierra.

$T_{x,t}$ es la valoración de tendencia para la categoría x en el año t

$E_{x,t}$ y $E_{x,0}$ son las estimaciones de emisiones para la categoría x en el año t y año 0, respectivamente

E_t y E_0 son los totales estimados para el inventario en el año t y año 0, respectivamente

0 es aquí el "año de referencia 90/95" (véase nota anterior).

- ²³ Las métricas respectivas para el valor absoluto y para la tendencia corresponden a las fórmulas (1) y (2) siguientes:

$$(1) \quad LU_{x,t} = \frac{(L_{x,t} \cdot U_{x,t})}{\sum_y (L_{y,t} \cdot U_{y,t})}$$

$$(2) \quad TU_{x,t} = T_{x,t} \cdot U_{x,t}$$

donde:

$LU_{x,t}$ es la valoración de nivel para la categoría x en el año t con incertidumbre

$TU_{x,t}$ es la valoración de tendencia para la categoría x en el año t con incertidumbre

$L_{x,t}$ es la valoración de nivel para la categoría x en el año t

$T_{x,t}$ es la valoración de tendencia para la categoría x en el año t

Interesa señalar que en el desarrollo de los capítulos sectoriales (capítulo 3 “Energía”; capítulo 4 “Procesos Industriales”; capítulo 5 “Uso de disolventes y otros productos”; capítulo 6 “Agricultura”; capítulo 7 “Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura”, capítulo 8 “Residuos”) del inventario se incluye el análisis de todas las fuentes clave aquí identificadas y que se muestra una presentación general en el Anexo 1 de este informe.

Conviene por último dejar constancia de que la información sobre las categorías clave presentada en los capítulos 3 a 6 y 8 del NIR (que corresponde a los sectores distintos de LULUCF) se ha elaborado considerando exclusivamente las actividades de estos sectores.

1.5.2.- Información suplementaria en el ámbito del Protocolo de Kioto

La identificación de categorías clave se ha realizado para el conjunto de categorías del inventario, incluyendo las actividades de LULUCF y complementariamente y de forma separada para las actividades LULUCF siguiendo las especificaciones de la GBP-LULUCF 2003 (véase sección 5.4.4 de la citada guía). En el marco de LULUCF se ha diferenciado LULUCF-Convención de LULUCF-PK. La determinación cuantitativa de las categorías clave se ha desarrollado para el año 1990 y para el año 2011.

Debe advertirse que para la información suplementaria de LULUCF y para las propias actividades de LULUCF se presenta en el Anexo 1 (véanse tablas A.1.13 a A.1.20) la relación de categorías clave.

1.6.- Información sobre el plan de control y garantía de calidad

1.6.1.- Planteamiento

El plan de control y garantía de calidad se orienta a seguir los principios generales de buenas prácticas comúnmente aceptadas, con el fin de que el Inventario reúna los siguientes requisitos: presentación en plazo, exhaustividad (respecto a cobertura de actividades y contaminantes), coherencia (transversal y en series temporales), comparabilidad (con otros inventarios), exactitud y precisión, transparencia y mejora continua.

El plan de control y garantía de calidad es un elemento esencial del sistema de actividades de control y garantía de calidad (CC y GC) y de las de verificación, y en el mismo se relacionan tanto las actividades de verificación y de control y garantía de calidad como la composición del equipo que las llevará a cabo con asignación de responsabilidades a sus miembros.

El plan de control y garantía de calidad se concibe como un documento interno para organizar las actividades de verificación y CC/GC de manera que se garantice la mejora continua del inventario y de que este resulte adecuado a sus objetivos. Es por ello que el plan está concebido como un elemento vivo que, aunque sirve inicialmente como punto de partida para las especificaciones de la siguiente edición del inventario se revisa, con periodicidad mínima anual, para recoger los cambios que ocurran en las actividades y

procesos a inventariar, detectados por el equipo de trabajo del inventario, y adicionalmente para recoger las recomendaciones de los equipos revisores externos. Esta revisión periódica del plan de control y garantía de calidad, para ajustarlo a los cambios procedimentales recomendados, es un elemento importante para asegurar la contribución del mismo a la mejora continua del sistema de CC/GC. El plan de control y garantía de calidad afecta a todas las etapas de realización del inventario.

1.6.2.- Objetivos

Un elemento esencial del plan de control y garantía de calidad es la concreción de sus objetivos sobre la calidad del inventario. Estos objetivos, que se relacionan con los principios básicos de la elaboración del inventario, deben establecerse con un carácter realista y ser apropiados al objetivo final que es la mejora de la calidad del inventario. La concreción de los objetivos facilita la evaluación del inventario cuando se realiza una revisión. A continuación se especifican los objetivos establecidos en el plan de control y garantía de calidad del inventario español:

a) Cumplimiento de plazo para la disponibilidad y envío del inventario

Para alcanzar este objetivo se ha desarrollado un cronograma de tareas, sobre el que se establecen puntos de control en el tiempo para el desarrollo de las distintas etapas de elaboración. El adecuado cumplimiento de plazo para estas etapas constituye el mejor control para el cumplimiento del plazo global para la disponibilidad del inventario. Además, en el caso de que se exceda el plazo de una etapa parcial se genera una señal de aviso para tratar de recuperar el atraso a lo largo de las etapas pendientes. Un factor a controlar especialmente es el cierre en plazo de la etapa de recogida de las respuestas a las solicitudes planteadas a los proveedores de información.

b) Exhaustividad

Se hace referencia en este principio al objetivo de que el Inventario sea tan completo como sea posible en inclusión de emisiones estimadas para todos los cruces de actividad y contaminante en que ocurran emisiones, y adicionalmente que se cumplimente con las etiquetas apropiadas (NO = no ocurre; NA = no aplica; IE = estimado en otra celda; CE = confidencial; y NE = no estimado) para los casos que no desemboquen en una estimación positiva (emisión o absorción).

Para hacer operativo este principio se examinan exhaustivamente, en la nomenclatura SNAP base del Inventario (que tiene su correspondencia con las nomenclaturas de los restantes formatos del Inventario), todos los cruces de actividad con contaminante para los que se dispone de referencias de métodos de estimación de emisiones, y con referencia a esos métodos se realiza la investigación y recogida de información de base necesaria para la aplicación del método de estimación seleccionado. El control operativo de este objetivo se realiza con ayuda del procedimiento de control de calidad "Examen de la exhaustividad".

c) Coherencia (transversal y en series temporales)

El objetivo de coherencia transversal se refiere al uso de una misma variable o parámetro en el conjunto de categorías del Inventario que la comparten. Este objetivo se

asegura con la introducción una sola vez de esa variable o parámetro en la base de datos, garantizando el acceso común a la misma por cualesquiera algoritmos o módulos procedimentales que requieran su uso.

El objetivo de coherencia en series temporales se refiere al aseguramiento de una pauta homogénea de evolución temporal de las variables indicadas en el tiempo, tratando de evitar pautas espurias. A este objetivo se tiende con: i) un control de la calidad de los datos primarios; y ii) controles de atípicos para identificar posibles pautas espurias con valores incorrectos. El control operativo de este objetivo se realiza con los CC sobre las variables de entrada y los métodos de detección de atípicos en series temporales.

d) Comparabilidad

Al cumplimiento de este objetivo, que pretende conseguir el mayor grado de comparabilidad del Inventario con inventarios desarrollados para otros países o áreas geográficas y posiblemente a lo largo de diversos periodos temporales, se atiende con el uso sistemático de definiciones de términos y nomenclaturas de actividades y contaminantes de uso estándar generalizado y mantenidas en el tiempo. Estos requerimientos se cumplen con el empleo en el Inventario español de las definiciones y nomenclaturas (y correspondencias asociadas) del Inventario en formato base SNAP y los formatos CRF (gases de efecto invernadero) y NFR (substancias contaminantes de la atmósfera).

e) Exactitud y precisión

El término exactitud apunta a obtener un estimador no sesgado (no desviado a la alza ni a la baja) respecto al valor central de la estimación de las emisiones, mientras la precisión apunta a conseguir la mínima incertidumbre (banda de confianza en torno al valor central con un determinado grado de probabilidad, convencionalmente 95%). Al cumplimiento de este doble objetivo se orienta el examen y revisión, en su caso, de métodos que se realiza sobre determinadas categorías clave que por ser susceptibles de una mejora clara en su enfoque metodológico (paso a tiers más avanzados) se consideran prioritarias; y complementariamente sobre una selección muestral de categorías no-clave. En este plan de mejoras se integran en la medida pertinente las recomendaciones efectuadas por las entidades que desarrollen los procedimientos de garantía de calidad.

f) Transparencia

El objetivo de transparencia está dirigido a garantizar la reproducibilidad de los resultados del Inventario por equipos externos a partir de la información de base y la documentación de los algoritmos de estimación. A tal fin en el informe base en formato SNAP del Inventario: Vol. 2 “Análisis por actividades SNAP” se documentan: la descripción de los procesos generadores de las emisiones, las variables de actividad utilizadas y sus fuentes de procedencia, los algoritmos y factores de emisión utilizados, y las propias emisiones estimadas. Complementariamente la información sobre las variables de actividad finales, algoritmos/factores de emisión, y emisiones estimadas es consultable desde la base de datos ORACLE del Inventario.

g) Mejora del Inventario

Todos los objetivos anteriores desembocan en este objetivo final de mejora del Inventario, y por tanto contribuyen al mismo, todos los elementos citados de control y garantía de calidad.

1.6.3.- Organismo responsable

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural (DG-CEAMN) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, como autoridad competente del SEI, es el organismo responsable del sistema de control y garantía de calidad del Inventario y cuenta para este fin con el apoyo de una asistencia técnica específica para la realización de las tareas que conlleva este sistema, asistencia que tiene asignadas claramente responsabilidades y tareas y cuenta con personal específico cualificado, dedicado a la implantación del sistema de control y garantía de calidad.

Las principales responsabilidades en lo que concierne al plan de control y garantía de calidad son:

- Coordinar las actividades de CC y GC para el Sistema Español de Inventario (SEI).
- Recoger y referenciar los procedimientos internos de CC y GC que desarrollan los proveedores de información y otras organizaciones que colaboran en el SEI.
- Asegurar que se elabore y aplique el plan de CC/GC.

La coordinación de recursos por DG-CEAMN necesarios para la puesta en marcha del SEI, incluyendo dentro de esta coordinación la contribución de las distintas entidades participantes al plan de GC/CC, puede verse en las figuras 1.2.1, 1.2.2 y 1.2.3 de la sección 1.2 del presente documento, donde se tratan los Arreglos Institucionales y Jurídicos.

1.6.4.- Controles de calidad y registros en las etapas de elaboración del Inventario

Elección de los métodos para la estimación de las emisiones

Este bloque tiene como objetivo dotar al Inventario de los registros de su enfoque metodológico, y se incluyen aquí esencialmente los siguientes:

- Registro del plan de diseño: en el que constan las fases de realización del Inventario, los participantes en cada fase y las tareas a desarrollar así como las modificaciones experimentadas.
- Registro del plan de revisión de metodologías: en el que se incluye para cada categoría fuente, el enfoque metodológico actual, y si se va a revisar o no dicho enfoque.

- Registro de las referencias metodológicas utilizadas. En la base de datos EFDI, que recoge la documentación empleada para la realización del Inventario, se incluyen las referencias documentales sobre las metodologías empleadas en cada edición del Inventario. Así mismo, en cada una de las actividades consideradas del Inventario, se puede consultar en el “Informe base Inventario base nacional en formato SNAP: Vol. 2 “Análisis por actividades SNAP”, que se elabora con cada edición del Inventario, el registro de las referencias utilizadas para la estimación de las emisiones. Esta publicación seriada permite acceder al histórico de las metodologías empleadas en las sucesivas ediciones del Inventario.

Recopilación de datos

a) Controles de calidad

En esta fase del proyecto se realizan los siguientes procedimientos de CC relacionados con las actividades de Control de Calidad de Nivel 1:

Examen de exhaustividad

El examen de exhaustividad se realiza operativamente sobre la nomenclatura base SNAP de actividades y contaminantes del Inventario, en la etapa de identificación de proveedores de información. En cada nueva edición del Inventario se realiza una investigación previa al envío de las solicitudes de información para contrastar altas y bajas de entidades y plantas por actividades.

Las faltas de cobertura, normalmente debidas a carencias de información de base, se documentan en el IIN y en las correspondientes tablas del CRF.

Comprobación de datos de contacto de los proveedores

Este CC se realiza en la etapa de comprobación de datos de contacto, una vez obtenido el listado de proveedores de información.

Se realiza una comprobación mediante seguimiento telefónico con el fin de verificar los datos de contacto (persona/s, correo electrónico) de los proveedores de información del Inventario.

Seguimiento de solicitudes

Se realiza un seguimiento continuado del estado de situación de las peticiones, mediante un sistema de alertas se lanzan en su caso recordatorios si pasan determinadas fechas y, finalmente, se cierra la gestión de las peticiones tramitadas señalándolas, según sea el caso, con las etiquetas de “finalizada” o “pendiente”.

En el caso de que, en dicho periodo de tiempo no se haya recibido ningún dato por parte del proveedor, se procede al recordatorio, mediante contacto telefónico y envío de correo electrónico, de la necesidad de obtención de dicha información.

Comprobación de la integridad de la documentación de base recibida

Se realizan comprobaciones de la integridad de los archivos de datos recibidos de los proveedores de información en la etapa de recepción de solicitudes.

Sobre los envíos recibidos, se hace un examen formal externo para detectar envíos con omisiones o carencias que en su caso motivarán un bucle hacia el sistema de lanzamiento de peticiones con el objetivo de subsanar estas deficiencias.

Para las entidades que no hayan facilitado en plazo la información solicitada, se realiza una notificación de carencia de información para ser procesada en la edición en curso.

b) Registros generados

Se registran los datos de información de los proveedores de información, datos de contacto de los mismos, lanzamiento, seguimiento y recepción de las peticiones solicitadas.

La documentación recibida se registra en EFDI y se informa a las entidades que han facilitado la conformidad de la misma, así como que se va a realizar el procesamiento de los datos facilitados. Todas estas comunicaciones son archivadas en su carpeta correspondiente del proyecto de acuerdo con el sistema de documentación y archivo establecido.

Las notificaciones de carencias de información también son registradas pertinentemente. El registro de los controles de calidad generales (nivel 1) se hace, siguiendo un criterio ABC de mayor a menor relevancia, sobre las anomalías “mayores” detectadas y diagnosticadas como tales, en la aplicación *Registro CC Nivel 1 y Nivel 2*.

Tratamiento de los datos

a) Controles de calidad (nivel 1)

En esta fase del proyecto se realizan los siguientes procedimientos de CC relacionados con las actividades de control de calidad generales (nivel 1):

Comprobación de errores de transcripción en entrada de datos

Actualmente la grabación de datos está reducida a un mínimo de datos, en general poco voluminosos.

Sobre la información recibida se realizan distintos controles dependiendo del formato de recepción de la misma.

Si la información viene en ficheros PDF protegidos o en papel, se recurre:

- En el caso de información poco voluminosa a grabación manual en la base de datos. Sobre la información grabada manualmente se realizan los siguientes controles:

- Para las variables de actividad con desagregación (sectorial / geográfica) en la fuente original se realiza un control sobre el(los) agregado(s) (sectorial / geográfico) para verificar coincidencia entre datos en la fuente original y en la base de datos. En caso de discrepancia se realiza una investigación por niveles sucesivos de desagregación hasta llegar al nivel en que se identifica la discrepancia.
- Para las variables de actividad que se presentan a nivel agregado (en general poco voluminosas) se realiza un control por segunda grabación.
- En el caso de información voluminosa, se escanea. Tras el proceso de escaneado, se verifican los errores posibles tales como intercambio de “0” y “O”, desplazamiento de filas o columnas (suelen evidenciarse en cambios de orden de magnitud, identificables con los controles de atípicos). Alternativamente se realiza un segundo escaneo de mayor resolución para resolver las posibles anomalías remanentes.

Comprobación de que los algoritmos de estimación operan correctamente

Se realizan los siguientes controles:

- Para los algoritmos de baja o media complejidad, se realizan réplicas en hojas de cálculo para casos representativos
- Para los algoritmos de complejidad alta, se plantean réplicas simplificadas de los módulos o subrutinas más complejos.
- Investigación de anomalías reportadas por usuarios de la información procesada y facilitada del Inventario o de las actuaciones de aseguramiento de calidad.

Comprobación de la corrección de las unidades en que aparecen expresados variables y parámetros

La conversión de unidades se realiza al introducir los datos en la base de datos ORACLE del Inventario que dispone de mecanismos automáticos de conversión de unidades.

Los errores en las unidades en que aparecen expresados variables y parámetros son identificados habitualmente por los tests de orden de magnitud o de atípicos en datos de sección cruzada o de series temporales que se comentan más abajo. En caso de detección de este tipo de anomalías, se investiga el origen de las mismas, y se resuelven los posibles errores identificados.

Comprobación de integridad de la estructura de la base de datos

Existen diversos controles de calidad incorporados (built-in) en la base de datos ORACLE del Inventario que permiten asegurar la coherencia de la información contenida en ella, tales como:

- Control de unicidad de hechos registrados en las tablas

- Integridad de referencia (sobre las clases existentes)
- Control del mínimo de atributos con información requerida para constituir un registro.
- Control de las restricciones de integridad en los dominios de los atributos y de las relaciones entre distintos atributos ya sean de una misma relación o de distintas relaciones.

Comprobación de coherencia de información común para distintas fuentes

Este control se hace operativo mediante las restricciones de integridad de referencia establecidas en la base de datos ORACLE del Inventario.

Comprobación de la corrección del flujo de datos en las diversas etapas de proceso

La coherencia formal en la desagregación jerárquica (top-down) se garantiza por la “restricción de dominio” de las variables “proxy” (en cifras absolutas, o fracciones de suma unitaria).

La coherencia formal en la agregación jerárquica (bottom-up) se garantiza por la propia estructura formal de la jerarquía establecida en el diccionario de datos de la base de datos ORACLE del Inventario.

Para los flujos horizontales de datos se utilizan los procedimientos de verificación de las relaciones funcionales (modelos de regresión, otros mecanismos de imputación) en línea con lo comentado más arriba en el control “Comprobación de que los algoritmos de estimación operan correctamente”.

Comprobación de cambios metodológicos o de datos que implican nuevos cálculos

Los cambios metodológicos y nuevos cálculos se registran en la aplicación “Revisión de metodologías y nuevos cálculos.mdb” diseñada al efecto. Su implantación se realiza extendiendo la revisión o nuevo cálculo homogéneamente a todo el intervalo temporal inventariado. Estos cambios se notifican en el capítulo 10 del informe IIN y se propone incluirlos también en las tablas correspondientes del CRF.

Comprobación de homogeneidad temporal de la serie

Para el control de homogeneidad de los datos de series temporales se han empleado los métodos de detección de atípicos referidos en la tabla siguiente, aplicándose a las tasas de variación interanual (aproximadas por la diferencia de los logaritmos de las variables), centrándonos además en la observación visual de los datos.

Se encuentra en fase de desarrollo la implementación del método de regresión robusta Thiel-Sen para utilizar los métodos de detección de atípicos sobre los residuos de dicha regresión.

Método	Tendencia	Atípicos	Comentarios	Adecuación
Observación visual	Subjetiva	Subjetiva	Panorámico, subjetivo	X ☺
Tasa interanual	Variación media interanual	Valores mayores y menores (con signo)	Panorámico, sencillo	X ☺
Regresión MCS	Coefficiente pendiente	Valores mayores y menores de los residuos (con signo)	Poco robusto, muy generalizado	X
Regresión Thiel-Sen	Coefficiente pendiente	Fórmula específica para identificación	Robusto	☺

Nota: "X" indica que el método puede aplicarse teniendo en cuenta sus limitaciones.

Comprobación de homogeneidad de corte transversal

Adicionalmente, se han establecido métodos para identificación de atípicos utilizando los procedimientos que se mencionan a continuación sobre los residuos de una regresión del tipo MCS o preferiblemente Thiel-Sen. En la tabla siguiente se presenta la relación de los métodos considerados más relevantes y que coinciden con los tests seleccionados en las guías de buenas prácticas para la identificación de atípicos según análisis de sección cruzada (no de series temporales).

Método	Centro	Dispersión	Comentario	Adecuación
Mediana y Box-plot	Mediana	Patillas (whiskers)	Considera asimetría	☺
Media recortada y 2-Sigma winsorizada	Media recortada	2 SD _w	Intuitivo, robusto, sencillo	☺
Mediana y desviación absoluta normalizada	Mediana	2 MADN	Robusto, sencillo	☺
M de Huber y desviación absoluta normalizada	Estimador M	2 MADN	Preciso, menos intuitivo, carga computacional	☺
Ajuste verosimilitud empírica estimador M de Huber	Estimador M optimizado	2 MADN optimizado	Preciso, menos intuitivo, carga computacional	☺

Comparación con estimaciones del año anterior

En relación a los cambios en los años comunes (1 a n-1) de las dos ediciones, se realiza una comparación en función de las revisiones metodológicas y nuevos cálculos.

En cuanto al control de la innovación en la última edición del Inventario. Estimación del año "n" respecto al año "n-1", se realiza con el apoyo del "examen de exhaustividad" y con la información exógena sobre la evolución de las variables de actividad.

b) Controles de calidad por tipo de fuente (nivel 2)

Son controles orientados a tipos específicos de datos en métodos de estimación de fuentes individuales, especialmente:

- Categorías principales (fuentes clave) de fuentes y sumideros.
- Categorías que han experimentado revisiones metodológicas.
- Categorías en las que se emplean métodos de estimación avanzados.

Aunque, algunos de estos controles pueden ser comunes a diversos sectores, otros en cambio muestran una especificidad sectorial. Es por ello que en general se especifican por sectores.

Entre los controles (rangos e índices de evolución) aplicados, cabe reseñar los siguientes:

- Sobre los ratios producto/insumo (o sus inversos)
 - En la transformación de la energía
 - En la combustión industrial
 - En los procesos industriales (sin combustión)
 - En la producción agrícola y ganadera
 - En la generación y tratamiento de residuos
- Sobre la composición de materias / combustibles:
 - Materias/productos:
Propiedades físico-químicas: densidad (líquidos), contenido carbonatos, contenidos de COV
 - Combustibles:
Propiedades físico-químicas: composición molar gases, composición base seca carbonos, composición de referencia de productos petrolíferos, contenidos de carbono, poder calorífico
Evolución del “mix” de combustibles (dependencia precios relativos)
Balance de materiales, especialmente de carbono en los procesos industriales.

c) Registros generados

Se registran los métodos de cálculo que se realizan en módulos externos a la base de datos ORACLE del Inventario.

Se registran los replanteamientos metodológicos y los nuevos cálculos a realizar. De esta forma se puede realizar la verificación de los resultados y el análisis de sensibilidad de los mismos ante cambios en los métodos de cálculo aplicados.

El registro de los controles de calidad generales (nivel 1) y por tipo de fuente (nivel 2) se hace, siguiendo un criterio ABC de mayor a menor relevancia, sobre las incidencias o anomalías “mayores” detectadas y diagnosticadas como tales, en la aplicación *Registro CC Nivel 1 y Nivel 2*.

El registro de replanteamiento de metodologías o nuevos cálculos se realiza en la aplicación *Revisión de Metodologías y Nuevos Cálculos*.

Elaboración de tablas de resultados e informes

a) Controles de calidad

Se asegura la verificación de cada capítulo mediante la lectura por persona independiente al experto técnico que lo ha realizado y se comprueba que la copia original de la salida es conforme según lo planeado.

b) Registros generados

Las tablas de resultados e informes se consideran Registros del Sistema y se archivan y controlan como tales en la aplicación EFDI de control de documentos.

1.6.5.- Sistema de garantía de calidad

La garantía de calidad del Inventario se basa en la revisión objetiva del mismo por personal ajeno al equipo de elaboración del Inventario, con el objetivo de evaluación de su calidad así como del cumplimiento de las especificaciones de los controles de calidad propuestos, aprovechando el procedimiento para la identificación de áreas susceptibles de mejora dentro de un proceso de mejora continua del Inventario.

El programa se materializa principalmente mediante las siguientes vías:

- Encomiendas específicas a institutos / técnicos para la revisión de calidad, centrándose en las categorías de fuentes principales o aquellas que han sufrido cambios en métodos de estimación o datos.
- Encomiendas sistemáticas a institutos especializados para la realización de trabajos de garantía de la calidad sobre actividades o substancias concretas del Inventario y relacionadas con el objeto social de dichos institutos.
- Adicionalmente se realizan revisiones en profundidad por expertos que participan en organismos de Inventarios de países similares, en grupos de trabajo de referencia de categorías principales de fuentes, o de las propias secretarías o paneles de los Convenios o Protocolos en cuestión.

Entre todas estas líneas de trabajo para el desarrollo del planteamiento de garantía de calidad cabe destacar las realizaciones siguientes:

- Revisión CIEMAT
- Durante los años 2007 y 2008, se realizó una revisión del Inventario, bajo el denominado “Programa de garantía de calidad del inventario nacional de emisiones de contaminantes a la atmósfera” cuya encomienda fue asignada al Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).Revisión 2012 ESD por Comisión UE

Por parte de la Comisión de la UE, se desarrolló, entre marzo y septiembre de 2012, una revisión del Inventario, con especial referencia a los años 2005 y 2008-2010, orientada

prioritariamente a la revisión de las actividades que no iban a formar parte del futuro esquema de comercio de emisiones ETS, periodo 2013-2020. Estas actividades de investigación prioritaria (actividades ESD), son las que son objeto de seguimiento especial para el control futuro de sus emisiones. Como resultado de este planteamiento se emitió un informe “Final report of the 2012 technical review of the greenhouse gas emission inventory of Spain to support the determination of annual emission allocations under Decision 406/2009/EC”.

- Revisión ISPRAmbiente

En el año 2012 se ha iniciado también un ejercicio de garantía de calidad de un conjunto previamente seleccionado de grupos de actividad del Inventario, en concreto, los correspondientes a a “Combustión en la producción y transformación de energía” (y aspectos transversales del balance energético), “Transporte por carretera” y “Otros modos de transporte y maquinaria móvil”. El desarrollo de este ejercicio se realizó mediante un acuerdo con la entidad italiana “ISPRAmbiente”²⁴, de reconocido prestigio en la elaboración de Inventarios de emisiones y que tiene a su cargo, en concreto, la elaboración del Inventario italiano de GEI.

Para el desarrollo de este ejercicio se procedió a un intercambio de información y se mantuvo una visita de los expertos de ISPRAmbiente a la sede de la DG-CEAMN para examinar en detalle los sectores mencionados. La visita tuvo lugar los días 5 a 7 de septiembre de 2012. Posteriormente se ha seguido ampliando la información al grupo revisor, y se está actualmente a la espera de recibir el informe borrador, cuyos resultados se incluirán en la próxima edición del Inventario.

- Revisión proyecto “MS support for KP Reporting”²⁵

Se cita aquí, de forma complementaria, el apoyo que, por parte de la Comisión de la UE, se ha puesto en marcha para mejorar los mecanismos de informe al Protocolo de Kioto de los países miembros de la UE. Este proyecto, al que España se ha presentado voluntariamente, se desarrollará para las ediciones 2013 y 2014 del Inventario. España informará sobre las conclusiones en la próxima edición del Inventario.

- Revisión QA/QC Communication Tool

Este instrumento en su forma actual de revisión QA/QC a través de una plataforma web específica ha sido implantado por la Comisión UE. Su objetivo es aplicar un ejercicio de QA/QC sobre los informes borradores de inventarios GEI de los países miembros de la UE, de manera que, al revisar esto se tenga garantía de calidad en la elaboración del inventario de emisiones de la UE. El instrumento sirve también por ello como ejercicio de QA/QC de los inventarios de los países miembros y entre ellos de España.

²⁴ <http://www.isprambiente.gov.it/en>

²⁵ Assitance to Member States for effective implementation of the reporting requirements under the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

1.6.6.- Tratamiento de la confidencialidad

Los inventarios de emisiones de contaminantes a la atmósfera son considerados una estadística con fines estatales, operación estadística 5713 del Plan Estadístico Nacional 2009-2012, y como tal, conforme al artículo 149.1.31 de la Constitución, se realizan sobre la base de la competencia exclusiva del Estado para la elaboración de estadísticas para fines estatales. En este sentido, el marco normativo de referencia viene dado por la Ley 12/1989 de 9 de mayo, de la Función Estadística Pública y por el Plan Estadístico Nacional 2009-2012, aprobado por Real Decreto 1663/2008, de 17 de octubre. En este contexto, la información solicitada para el inventario sigue las normas del secreto estadístico de acuerdo con lo establecido en el Plan Estadístico Nacional 2009-2012.

Como criterio general, en el SEI no se consideran confidenciales los datos de emisiones. Sí se consideran confidenciales los datos de variables socioeconómicas con información propia de las empresas o plantas que han aportado información de base para la elaboración del inventario, siempre que esta información no se haya hecho pública o haya sido autorizada por los responsables de la empresa para su difusión en el inventario. Adicionalmente se consideran también confidenciales los datos sobre factores de emisión cuando a partir de estos y con la información de los datos de emisión pudieran inferirse a nivel de empresa o planta datos de variables de actividad. Las variables de actividad o factores de emisión que quedan sujetos a la restricción de confidencialidad se identifican con la etiqueta de notificación "C".

El criterio numérico de mantenimiento de confidencialidad requiere que esta se mantenga si para un ítem del inventario (variable de actividad, datos socioeconómicos generales, datos tecnológicos, etc.) figura un número inferior a tres agentes económicos.

La relación de categorías del inventario y cruce con sustancias emitidas que se consideran confidenciales son objeto de revisión anual en función de la variación en el número de agentes económicos que para un ítem del inventario se consideran en cada edición del mismo.

Anualmente se solicita mediante un formulario específico a los agentes económicos que proporcionan información al inventario y que tiene carácter de confidencialidad si levantan la restricción de confidencialidad para la información que consideran sensible. En el apéndice 1.2 se muestra el formulario tipo. Con las respuestas a estos formularios se actualiza en cada edición la relación de categorías para las que se mantiene la restricción de confidencialidad.

1.7.- Evaluación general de la incertidumbre

La agregación de las emisiones/absorciones, ponderadas según los potenciales de calentamiento de cada gas considerado, se refleja en la estimación del valor central de la emisión neta conjunta del inventario. El valor central, constituye, sin embargo, sólo un indicador del nivel de la variable aleatoria que es la emisión neta estimada de cada cruce de actividad y gas. Para caracterizar la precisión de la estimación interesa establecer métodos de determinación de la incertidumbre de dicha estimación. La Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC y GBP-LULUCF 2003 de IPCC ofrecen dos enfoques para la cuantificación de la

incertidumbre de cada actividad y gas, así como para la determinación de la incertidumbre de la emisión ponderada del inventario. El enfoque de nivel 1, que es el que se ha adoptado para la estimación de la incertidumbre en esta edición del inventario, aborda la determinación de la incertidumbre utilizando las ecuaciones de propagación del error en dos etapas.

En la primera etapa se estima, de forma aproximada, la incertidumbre de la emisión/absorción de una categoría fuente/sumidero y gas teniendo en cuenta que tal emisión se puede representar como producto de una variable de actividad por un factor de emisión, y teniendo en cuenta la combinación de las incertidumbres de esos dos factores componentes según se expresa en la ecuación siguiente:

$$U_E = \sqrt{U_A^2 + U_F^2} \quad [A7.1]$$

donde:

U_E representa la incertidumbre asociada a la emisión/absorción

U_A representa la incertidumbre asociada a la variable de actividad

U_F representa la incertidumbre asociada al factor de emisión

y donde U_E , U_A y U_F expresan, en forma de porcentaje, los ratios (coeficientes de incertidumbre) cuyo numerador es la mitad del intervalo de confianza del 95% de la variable considerada y el denominador el valor esperado de la variable.

En la segunda etapa se estima, de forma aproximada, la incertidumbre de un agregado a partir de las incertidumbres de los componentes, fuentes de actividad por contaminante, que integran el inventario. Esta estimación de la incertidumbre se efectúa en términos del nivel y, en términos de la tendencia, diferencia entre emisiones netas del año corriente considerado y el “año de referencia 90/95”²⁶ (en lo sucesivo año 90/95), según se expresa en la ecuación [A7.2].

$$U_{E_{total}} = \frac{\sqrt{(U_{E_1} E_1)^2 + (U_{E_2} E_2)^2 + \dots + (U_{E_n} E_n)^2}}{E_1 + E_2 + \dots + E_n} \quad [A7.2]$$

donde:

$U_{E_{total}}$ representa la incertidumbre asociada al agregado de emisiones/absorciones

²⁶ El término “año de referencia 90/95” corresponde a un año híbrido en que para los compuestos fluorados se selecciona el año 1995 y para el resto de contaminantes el año 1990, de la edición actual del inventario. Se reserva el término “año base” para referirse al año de referencia 90/95 de la edición 2006, serie 1990-2004, del inventario, edición verificada en 2007 por el equipo comisionado al efecto por la SCMCC y en la que quedó fijada la Cantidad Asignada que se tomará como referencia para evaluar el cumplimiento, por parte de España, de su compromiso con el Protocolo de Kioto en el periodo 2008-2012.

U_{Ei} representa la incertidumbre asociada a cada componente de la emisión neta agregada

E_i representa el valor esperado de cada componente de la emisión neta agregada

y donde U_{Etotal} y U_{Ei} expresan, en forma de porcentaje, los ratios (coeficientes de incertidumbre) cuyo numerador es la mitad del intervalo de confianza del 95% de la variable considerada y el denominador el valor esperado de la variable.

En esta sección se presenta la información diferenciada sobre incertidumbre, según se trate de informar al Convenio (epígrafe 1.7.1), o se trate de la información suplementaria en el ámbito del Protocolo de Kioto (epígrafe 1.7.2).

1.7.1.- Inventario de gases de efecto invernadero para informar al Convenio

La implementación del análisis de incertidumbre se ha desarrollado en dos niveles de cobertura: i) el total del inventario, incluyendo las categorías LULUCF; y ii) el conjunto de sectores del inventario con exclusión de las categorías LULUCF. En el caso del total del inventario, se ha estimado la incertidumbre sobre el nivel para el año 90/95 y los dos últimos años inventariados, 2010 y 2011, así como una incertidumbre de la tendencia para cada uno de estos dos últimos años respecto al 90/95.

El procedimiento de cálculo reproduce los conceptos y fórmulas de las columnas A a M de la Tabla 6.1, Sección 6.3.2, de la referida Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Como síntesis de resultados de la cuantificación de incertidumbre se presenta la tabla 1.7.1, de cuya observación pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- a) La banda de confianza al 95% para el nivel de las emisiones del agregado del inventario sin LULUCF es del orden del 15% en torno al valor central del año base 1990-1995, y en torno al 12,5% para los años 2010 y 2011. Al incluir en el análisis las categorías de LULUCF se incrementan las incertidumbres hasta el 17,0% en el año base 1990-1995 y en torno al 15% en los años 2010 y 2011.
- b) La banda de confianza al 95% para la tendencia de las emisiones del inventario sin LULUCF con respecto al año base 1990-1995 se sitúa ligeramente por encima del 2% para los años 2010 y 2011. La incertidumbre de la tendencia del inventario con LULUCF-Convenio, si bien levemente superior a la estimación para el subconjunto sin LULUCF, está próxima al 2%.

Tabla 1.7.1.- Bandas de confianza 95% del nivel y la tendencia de las emisiones del inventario**Inventario excluidas las categorías LULUCF**

Año	Valores absolutos (kt CO ₂ -e)					Índice de evolución sobre año base = 100				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior		Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%		Valor	%	Valor	%
Año base	285.022	241.178	-15,4	328.866	15,4	100	NA	NA	NA	NA
2010	348.641	303.888	-12,8	393.394	12,8	122,32	119,66	-2,2	124,98	2,2
2011	350.484	307.447	-12,3	393.520	12,3	122,97	120,17	-2,3	125,76	2,3

Tabla 1.7.1.- Bandas de confianza 95% del nivel y la tendencia de las emisiones del inventario (Continuación)**Inventario incluyendo las categorías LULUCF**

Año	Valores absolutos (kt CO ₂ -e)					Índice de evolución sobre año base = 100				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior		Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%		Valor	%	Valor	%
Año base	265.916	220.638	-17,0	311.195	17,0	100	NA	NA	NA	NA
2010	319.746	271.338	-15,1	368.154	15,1	120,24	117,49	-2,3	123,00	2,3
2011	321.412	274.221	-14,7	368.604	14,7	120,87	117,93	-2,4	123,81	2,4

1.7.2.- Información suplementaria requerida por el Protocolo de Kioto

La implementación del análisis de incertidumbre se ha desarrollado sobre el conjunto de actividades cubiertas en LULUCF-PK. Los resultados con las actividades LULUCF-PK aparecen comentados en el capítulo 11 de este documento. Cabe mencionar que la propagación de incertidumbres elevadas en las variables y parámetros de entrada o intermedios en el cálculo²⁷ ha proporcionado ciertas aproximaciones que, al no aportar un significado físico sobre la naturaleza del proceso, se han considerado que no resultan congruentes y han sido descartadas. Este fundamento ha motivado la eliminación en el presente informe de las tablas y resultados asociados al nivel para el año 1990 y la tendencia para los restantes años analizados, 2010 y 2011.

El procedimiento de cálculo reproduce los conceptos y fórmulas de las columnas A a M de la Tabla 6.1, Sección 6.3.2, de la referida Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Como síntesis de resultados de la cuantificación de incertidumbre se presenta la tabla 1.7.2, de cuya observación puede derivarse que la banda de confianza al 95% para el nivel de las emisiones/absorciones netas de las actividades LULUCF-PK en los años 2010 y 2011

²⁷ Véase apartado 3.2.3.1 de la Guía IPCC 2006 con relación a las condiciones para la aplicación de las ecuaciones de propagación.

se sitúa en torno al 120% (118% para 2010 y 120% para 2011). Estos valores tan elevados son en gran parte consecuencia de los valores muy altos de la incertidumbre de los factores de emisión y los niveles de flujo de emisiones/absorciones de las actividades de gestión de tierras agrícolas y de la conversión de tierras agrícolas a pastizales.

Tabla 1.7.2.- Bandas de confianza 95% del nivel de las emisiones de las actividades LULUCF

Año	Valores absolutos (kt CO ₂ -e)				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%
2010	-12.063	-26.327	118,2	2.201	-118,2
2011	-12.237	-26.869	119,6	2.395	-119,6

1.8.- Evaluación general de la exhaustividad

La exhaustividad se ha evaluado según la tipología de status de estimación recomendada por la metodología IPCC: *NO* (no ocurren), *NE* (no estimadas); *NA* (no se aplica); *IE* (incluidas en otra parte); *C* (confidencial), *0* (inferior a la mitad de la unidad utilizada).

En la evaluación de la exhaustividad por actividades se ha seguido un criterio conservador en la asignación de las etiquetas *NE* (no estimadas) en relación con las asignaciones alternativas *NO* (no ocurren) y *NA* (no se aplica). Así, *NO* se ha asignado sólo cuando existe certeza de que la actividad en sí misma no se da en el territorio nacional, y *NA* se ha reservado para los casos en que existe un conocimiento fundado de que no se da emisión en el cruce seleccionado de actividad emisora y gas emitido; en los restantes casos en que no se ha realizado estimación y no se han asignado otras etiquetas se ha hecho referencia a la situación con la etiqueta *NE*, aunque en buen número de estos casos pueda no haber emisión positiva (en general son casos en que no consta información sobre factores o algoritmos de estimación de las emisiones).

Para una presentación detallada por actividades y gases de las etiquetas de status se remite a las tablas correspondientes del CRF Reporter.

Como valoración general puede decirse que el objetivo de exhaustividad se ha conseguido satisfactoriamente, con las siguientes salvedades:

- Para los gases fluorados (HFC, PFC, SF₆) no se han podido estimar las emisiones potenciales por carencias de información detallada específica sobre los flujos de comercio exterior (importaciones e importaciones) por tipo de gas.
- En las categorías LULUCF:
 - No se han estimado flujos de emisión/absorción para el depósito de madera muerta y detritus forestales en el bosque, si bien se ha argumentado en el epígrafe 11.3.1.2 que dichos depósitos no resultan en fuente de emisiones. Para el carbono orgánico del suelo se han estimado los flujos en los cambios de uso del suelo de otros usos (cultivos, pastizales) a forestal y de forestal a asentamientos
 - No se han estimado flujos de emisión/absorción procedentes de los depósitos de materia orgánica muerta y carbono orgánico de suelos en las conversiones de

tierras de cultivo, pastizales y otras tierras a asentamientos. En el caso de los depósitos de los suelos, no consta una especificación clara de metodología adoptada por UNFCCC, y en los restantes depósitos el flujo dependerá de cómo se lleve a cabo la práctica de conversión de las tierras a asentamientos.

En el Anexo 5 “Evaluación de exhaustividad” de este informe se presentan las tablas de detalle de estas excepciones a la exhaustividad de la cobertura del inventario.

Apéndice 1.1.- Lista de comprobación de los contenidos a informar sobre el SEI y los cambios en el mismo

Requerimientos de información de los párrafos 10 a 17 de la Decisión 19/CMP.1 (Guías para los sistemas nacionales)	FUNCIONES GENERALES DEL SEI ¹		Facilitada	Referencia	Cambios
	10(a)	Información sobre los arreglos institucionales, legales y procedimentales y sobre el mantenimiento de los mismos	Sí	Sección 1.2.1	Sí GT- Energía Capítulo 13
	10(b)	Información sobre la capacidad para ejecutar en plazo las funciones generales y específicas requeridas por el SEI	Sí	Sección 1.2	
	10(b)	Información sobre la competencia técnica del equipo del inventario		Veáse Nota 1	
	FUNCIONES ESPECÍFICAS DEL SEI ¹				
	Planificación del inventario				
	12(a)	Información sobre la autoridad nacional responsable del SEI	Sí	Sección 1.2.1.a	
	12(b)	Datos de contacto de la autoridad nacional		Veáse Nota 2	
	12(c)	Información sobre personas e instituciones que trabajan y colaboran en el SEI, los arreglos institucionales, legales y procedimentales del SEI y las referencias que en el mismo se hacen a las funciones y responsabilidades, en su caso en cooperación, para el desarrollo del inventario	Sí	Sección 1.2	
	12(d)	Plan de aseguramiento y control de calidad (CC/GC)	Sí	Sección 1.6	
	12(e)	Información sobre la consideración y aprobación oficial del inventario y, en su caso, de los recálculos	Sí	Sección 1.3	
	13	Información sobre el proceso para la mejora del inventario	Sí	Sección 1.3	
	Preparación del inventario				
	14(a)	Información sobre la identificación de categorías clave	Sí	Sección 1.5 y Anexo 1	
	14(b)	Información sobre la estimación de las emisiones y absorciones, y de cómo son elaboradas con referencia a las Guías IPCC de 1996, 2000 (Buenas Prácticas) y 2003 (LULUCF)	Sí	Sección 1.4 Capítulos 3 a 8	
	14(b)	Información sobre la elección del método para las categorías clave	Sí	Sección 1.3 u Anexo 1	
	14(c)	Información sobre los procedimientos de recogida, procesamiento e identificación y elección de factores que soporten los métodos de estimación elegidos	Sí	Sección 1.3	
	14(d)	Información sobre análisis de incertidumbre (para cada categoría y para el total del inventario)	Sí	Sección 1.7 y Anexo 7	
	14(e)	Información sobre recálculos	Sí	Capítulo 10	
	14(g)	Información y evidencia sobre los procedimientos generales de control de calidad QC1	Sí	Sección 1.6	
	15(a)	Información y evidencia sobre los procedimientos de control de calidad específicos de categoría QC2	Sí	Sección 1.6	
	15(b)	Información y evidencia sobre los procedimientos de aseguramiento de calidad QA	Sí	Sección 1.6	
	15(c)	Información sobre implementación o planificación de una revisión más extensiva de las categorías clave o en aquellas en que se han dado cambios más significativos en los métodos o en las variables de actividad	Sí	Sección 1.3	
	15(d)	Información de cómo los ítems 15(b) y 15(c) se relacionan con el procedimiento de planificación del inventario para asegurar el cumplimiento de los objetivos de calidad	Sí	Sección 1.3	
	Mantenimiento del inventario				
	14(a)	Referencias a cómo se archiva la información	Sí	Sección 1.3	
	14(b)	Referencias a qué información se archiva	Sí	Sección 1.3	

1: En cuanto a AED sus funciones están plasmadas en el contrato de Asistencia Técnica y en el pliego de prescripciones técnicas

2: Proporcionado en el envío del CRF

Apéndice 1.2.- Formulario específico para el levantamiento de la confidencialidad de la información

ENTIDAD		
Denominación de la Entidad:		
Dirección (Calle, Plaza, etc.):		
Municipio:	Provincia:	Código Postal:
Teléfono:	Fax:	Corre-e:

RESPONSABLE DE LA ENTIDAD QUE CUMPLIMENTA ESTA DECLARACIÓN	
Nombre:	Cargo ⁽¹⁾ :
Firma:	Fecha:

(1): Autorizado para la notificación sobre tratamiento de confidencialidad

LEVANTAMIENTO CONFIDENCIALIDAD (EMPRESA O PLANTA)			
ÍTEM	PERIODO	SÍ	NO
Consumo de combustibles	1990-2010		
	1990-2011		
Consumo de materia prima 1	1990-2010		
	1990-2011		
Consumo de materia prima n	1990-2010		
	1990-2011		
Producción de producto 1	1990-2010		
	1990-2011		
Producción de producto n	1990-2010		
	1990-2011		

2.- TENDENCIAS DE LAS EMISIONES

2.1.- Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones agregadas

En este epígrafe se examinan: en primer lugar las tendencias de las emisiones agregadas sin descontar las absorciones netas que se originan en el sector “Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura” (LULUCF), en segundo lugar se presenta el balance de los flujos de absorciones y emisiones en LULUCF, y, finalmente, el balance neto de emisiones del conjunto del inventario (incluyendo LULUCF).

Para valorar las consecuencias que las emisiones (y absorciones) de gases de efecto invernadero pueden ejercer sobre el calentamiento general de la atmósfera, las cifras estimadas de emisiones se presentan en términos de CO₂-equivalente (CO₂-eq), ponderando las correspondientes a cada gas con los respectivos coeficientes asignados a un horizonte de 100 años en el Segundo Informe de Evaluación sobre el Cambio Climático (1995) elaborado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC)¹. El intervalo de años inventariado en esta edición se extiende de 1990 a 2011. Como cifra de referencia (cifra de año base) para examinar la evolución temporal de las emisiones agregadas (sin contabilizar las correspondientes a LULUCF) se toma la cifra oficialmente aprobada que sirve como base para el cálculo de la Cantidad Asignada a España para la valoración del cumplimiento del compromiso del Protocolo de Kioto². La cifra del año base fue fijada tras la verificación en el año 2007 de la edición de 2006 (serie 1990-2004) del inventario español por el equipo comisionado al efecto por la SCMNUCC³.

2.1.1.- Emisiones (excluido LULUCF)

En la tabla 2.1.1 se muestran, tanto en términos absolutos (gigagramos de CO₂-eq) como en términos de índice temporal (100 en el año base), los valores correspondientes a las emisiones brutas totales (excepción hecha de las que corresponden al sector “Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura” que se computan separadamente). La

¹ IPCC ha publicado en 2001 y 2007, respectivamente su Tercer y Cuarto Informe de Evaluación sobre Cambio Climático, en los que actualiza la estimación de los potenciales de calentamiento de los gases, pero estas actualizaciones no han tenido hasta ahora implicación para la evaluación de los compromisos ya adquiridos de reducción de emisiones por los países que han ratificado el Protocolo de Kioto.

² La cifra exacta del año base tomada para el cálculo de la cantidad asignada (Año base PK) fue de 289.773.205,032 toneladas de CO₂-eq; y la cantidad asignada para el compromiso del cumplimiento del Protocolo de Kioto en el periodo 2008-2012 es de 1.666.195.929 toneladas de CO₂-eq

³ Para la estimación de la cifra del año base se tomó como referencia el año 1990 para el CO₂, CH₄ y N₂O y el año 1995 para los gases fluorados HFC, PFC y SF₆, por lo que el año base es en sí un híbrido de los dos anteriores y no corresponde a un año natural en particular.

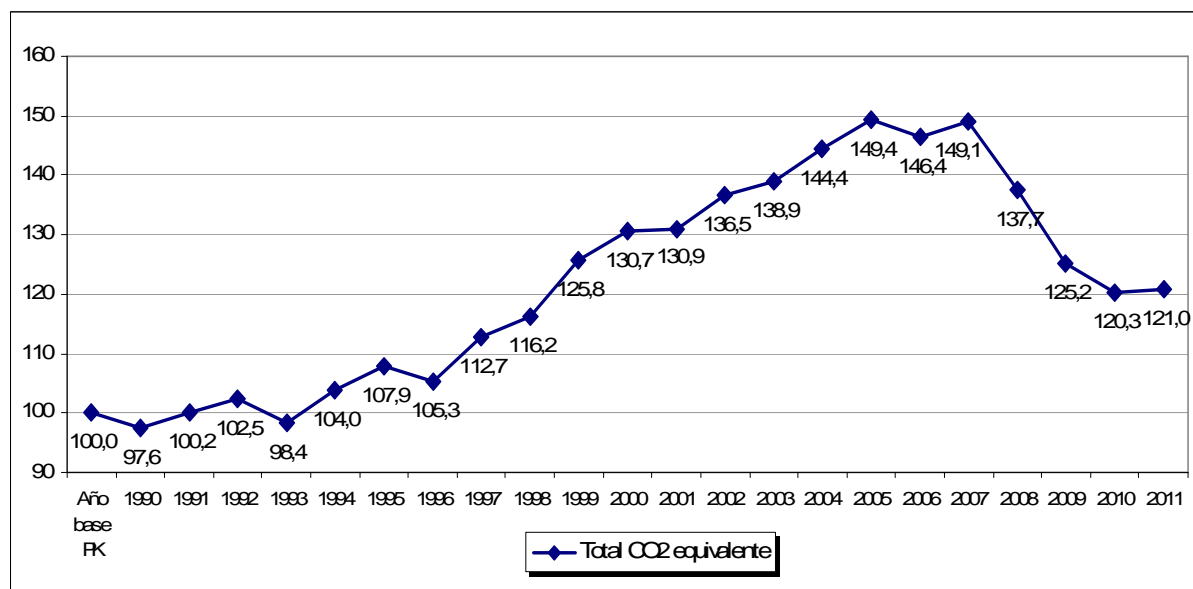
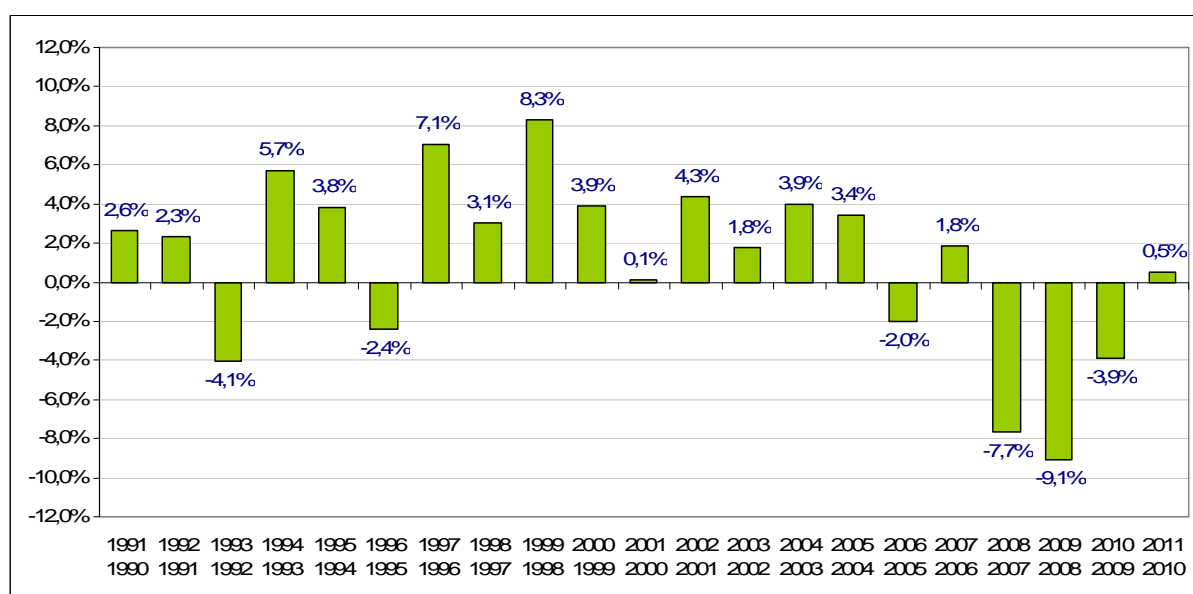
representación gráfica del índice temporal se ofrece en las figuras 2.1.1 y 2.1.2, donde se muestran respectivamente el índice de variación temporal y los porcentajes de variación interanual de las emisiones del agregado del inventario. Se puede observar que las emisiones totales se sitúan en 2011 en un 21,0% por encima del año base, valor que se eleva a un 30,6% cuando se compara la media del último quinquenio, 2007-2011, con el mismo año base⁴. En conjunto, la evolución del índice ha venido marcada por un crecimiento sostenido en el periodo 1990-2007, excepción hecha de los años 1993, 1996 y 2006, en los que se registran descensos respecto al año anterior, siguiendo la serie con dos caídas consecutivas muy importantes en los años 2008 y 2009, una caída de menor nivel en 2010 y un ligero repunte en 2011. En términos de pendiente de la curva, el intervalo 1990-1996 se caracteriza por un crecimiento más moderado que el correspondiente al intervalo 1996-2007. Esta variabilidad en la evolución parece estar relacionada (puntas/valles anuales) con la mayor o menor producción eléctrica de origen hidráulico frente a la de origen térmico, si bien otra serie de factores adicionales, como la expansión general del consumo de combustibles y de la actividad económica en general, están en la base del cambio de pendiente observado entre los dos subintervalos temporales antes indicados, 1990-1996 y 1996-2007. El descenso tan acusado que se produce en los años 2008 y 2009 merece un comentario especial, pues resulta de la combinación de dos elementos muy relevantes: i) el drástico cambio en la distribución de combustibles utilizados en el sector de generación de electricidad (con una caída muy fuerte del consumo de carbón); ii) el reflejo de la recesión económica, que provocó una caída notable en sectores con una contribución importante a las emisiones del inventario. En cuanto a 2010, la caída viene esencialmente motivada por la reducción en el consumo de combustibles fósiles (carbón y gas natural) en la generación de electricidad en centrales térmicas, con un aumento de las energías renovables y de la nuclear, todo ello en un contexto de un aumento de la electricidad producida. Finalmente, el ligero incremento que se observa en 2011 es el resultado de efectos que se contraponen: por un lado, un notable incremento del consumo de carbón en la generación de electricidad en centrales térmicas, que se ve en gran medida contrarrestado por la disminución del consumo de combustibles en el transporte por carretera, en los sectores residencial y servicios, así como por la disminución de los niveles de actividad de importantes sectores industriales.

Tabla 2.1.1.- Evolución del agregado de emisiones

Valores absolutos (Gg CO ₂ -eq)									
Año base PK	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
289.773,21	282.788,74	312.696,93	378.775,82	432.834,41	432.009,28	398.876,39	362.713,25	348.641,31	350.483,69

Índice de evolución anual (año base = 100)										
Año base PK	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	Quinquenio 2007-2011
100	97.6	107.9	130.7	149.4	149.1	137.7	125.2	120.3	121.0	130.6

⁴ La comparación de la media quinquenal 2007-2011 con el año base es similar a la que deberá hacerse en el quinquenio 2008-2012 para su comparación con el año base.

Figura 2.1.1.- Índice de evolución anual**Figura 2.1.2.- Variación interanual (porcentaje)**

Para ofrecer una panorámica de la contribución que a estas emisiones agregadas del inventario aportan los distintos sectores y categorías de actividad, se presenta en las tabla 2.1.2.a (valores absolutos) y en la tabla 2.1.2.b (valores porcentuales) la evolución temporal de las correspondientes cifras absolutas y porcentajes, siempre en unidades de CO₂-eq. Como puede observarse, la Energía es el sector dominante, aumentando en un 2,9% su participación relativa entre 1990 y 2011. Tras la Energía, y a gran distancia, siguen, por este orden, la Agricultura y los Procesos Industriales (excluida de éstos la combustión industrial que se computa dentro de la Energía), que reflejan un descenso en su ponderación sobre el

total, un poco más acusado en la Agricultura que en los Procesos, pero mantienen en términos generales sus posiciones relativas. El sector de Tratamiento de Residuos aparece nuevamente distanciado respecto a la contribución de los dos anteriores, habiendo registrado desde el año 1990 un incremento de su peso relativo en el total. Por lo que respecta a las actividades de Uso de Disolventes y Otros Productos se constata su peso marginal en el conjunto. Toda esta información puede verse con un mayor grado de detalle (con desglose por sector de actividad y gas) en el Anexo 6 del presente informe.

Tabla 2.1.2.a.- Emisiones de CO₂ equivalente (Gg de CO₂ equivalente)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Total (Emisión Bruta)	282.788,74	312.696,93	378.775,82	432.834,41	432.009,28	398.876,39	362.713,25	348.641,31	350.483,69
1. Procesado de la energía	210.928,14	239.534,72	289.223,36	346.157,96	342.147,04	314.786,54	283.189,05	266.257,82	271.727,18
A. Actividades de combustión	206.823,28	235.467,71	285.113,43	342.213,49	338.281,26	311.399,18	279.936,57	262.966,04	267.974,33
1. Industrias del sector energético	77.655,23	86.637,50	105.368,79	126.132,90	123.135,21	106.022,48	89.795,33	72.551,37	86.526,04
2. Industrias manufactureras y de la construcción	46.970,52	53.699,34	60.563,26	74.561,42	69.719,27	65.502,05	56.698,72	59.566,28	58.676,62
3. Transporte	55.743,06	65.704,70	84.510,70	100.847,99	107.249,09	101.733,43	96.274,45	91.908,62	87.385,45
4. Otros sectores	26.454,48	29.426,19	34.670,68	40.671,19	38.177,69	38.141,22	37.168,08	38.939,77	35.386,22
5. Otros									
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	4.104,86	4.067,00	4.109,93	3.944,47	3.865,78	3.387,36	3.252,48	3.291,78	3.752,85
1. Combustibles sólidos	1.835,17	1.482,64	1.262,88	1.028,78	976,98	735,66	636,33	573,22	673,31
2. Petróleo y gas natural	2.269,69	2.584,36	2.847,05	2.915,69	2.888,80	2.651,70	2.616,15	2.718,56	3.079,54
2. Procesos Industriales	25.812,58	26.672,98	33.886,32	33.608,58	34.186,80	31.687,53	26.863,09	28.270,82	26.127,68
A. Productos minerales	15.427,19	15.886,96	19.120,83	21.905,74	21.945,32	18.831,10	14.661,25	14.546,89	12.999,45
B. Industria química	3.625,60	2.936,24	2.823,84	2.208,84	1.734,28	1.605,88	1.511,10	1.256,79	1.066,83
C. Producción metalúrgica	4.289,69	3.095,54	3.305,71	3.672,07	3.680,85	3.645,04	2.743,81	3.561,01	3.136,67
D. Otras industrias									
E. Producción de halocarburos y SF ₆	2.403,18	4.637,88	6.394,51	680,93	707,20	686,40	539,63	924,08	396,92
F. Consumo de halocarburos y SF ₆	66,92	116,36	2.241,43	5.141,00	6.119,15	6.919,12	7.407,31	7.982,06	8.527,81
G. Otros									
3. Uso de disolventes y de otros productos	1.515,76	1.717,97	1.949,23	1.824,33	1.888,21	1.789,77	1.636,34	1.592,67	1.449,12
4. Agricultura	37.209,46	35.837,15	42.953,67	39.522,82	41.198,79	37.491,43	37.546,79	38.744,04	37.279,06
A. Fermentación entérica	11.120,26	10.950,92	11.930,61	11.757,43	11.794,95	11.245,78	11.161,45	10.943,33	10.515,40
B. Gestión del estiércol	6.517,08	7.097,55	8.108,57	8.493,60	8.807,34	8.436,23	8.364,05	8.219,38	8.265,41
C. Cultivo de arroz	227,45	137,22	294,90	300,26	256,09	240,53	300,39	300,39	300,39
D. Suelos agrícolas	18.806,64	17.140,70	22.145,50	18.641,77	19.905,22	17.167,47	17.251,41	18.811,45	17.728,38
E. Quemas planificadas de sabanas									
F. Quema en campo de residuos agrícolas	538,03	510,76	474,09	329,76	435,18	401,41	469,49	469,49	469,49
G. Otros									
5. Cambios de uso del suelo y selvicultura									
6. Tratamiento y eliminación de residuos	7.322,80	8.934,11	10.763,23	11.720,73	12.588,43	13.121,12	13.477,98	13.775,96	13.900,66
A. Depósito en vertederos	5.346,17	7.091,49	8.888,01	9.724,91	10.548,20	11.080,52	11.493,88	11.773,80	11.899,75
B. Tratamiento de aguas residuales	1.634,37	1.617,30	1.736,32	1.923,13	1.970,03	1.977,78	1.929,79	1.953,81	1.957,48
C. Incineración de residuos	88,38	33,96	22,94	9,31	15,39	15,43	11,65	11,59	11,63
D. Otros	253,88	191,36	115,96	63,38	54,82	47,39	42,66	36,77	31,80

Tabla 2.1.2.b.- Distribución porcentual por sectores de las emisiones de CO₂ equivalente

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Total (Emisión Bruta)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1. Procesado de la energía	74,59	76,60	76,36	79,97	79,20	78,92	78,08	76,37	77,53
A. Actividades de combustión	73,14	75,30	75,27	79,06	78,30	78,07	77,18	75,43	76,46
1. Industrias del sector energético	27,46	27,71	27,82	29,14	28,50	26,58	24,76	20,81	24,69
2. Industrias manufactureras y de la construcción	16,61	17,17	15,99	17,23	16,14	16,42	15,63	17,09	16,74
3. Transporte	19,71	21,01	22,31	23,30	24,83	25,51	26,54	26,36	24,93
4. Otros sectores	9,35	9,41	9,15	9,40	8,84	9,56	10,25	11,17	10,10
5. Otros									
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1,45	1,30	1,09	0,91	0,89	0,85	0,90	0,94	1,07
1. Combustibles sólidos	0,65	0,47	0,33	0,24	0,23	0,18	0,18	0,16	0,19
2. Petróleo y gas natural	0,80	0,83	0,75	0,67	0,67	0,66	0,72	0,78	0,88
2. Procesos Industriales	9,13	8,53	8,95	7,76	7,91	7,94	7,41	8,11	7,45
A. Productos minerales	5,46	5,08	5,05	5,06	5,08	4,72	4,04	4,17	3,71
B. Industria química	1,28	0,94	0,75	0,51	0,40	0,40	0,42	0,36	0,30
C. Producción metalúrgica	1,52	0,99	0,87	0,85	0,85	0,91	0,76	1,02	0,89
D. Otras industrias									
E. Producción de halocarburos y SF ₆	0,85	1,48	1,69	0,16	0,16	0,17	0,15	0,27	0,11
F. Consumo de halocarburos y SF ₆	0,02	0,04	0,59	1,19	1,42	1,73	2,04	2,29	2,43
G. Otros									
3. Uso de disolventes y de otros productos	0,54	0,55	0,51	0,42	0,44	0,45	0,45	0,46	0,41
4. Agricultura	13,16	11,46	11,34	9,13	9,54	9,40	10,35	11,11	10,64
A. Fermentación entérica	3,93	3,50	3,15	2,72	2,73	2,82	3,08	3,14	3,00
B. Gestión del estiércol	2,30	2,27	2,14	1,96	2,04	2,11	2,31	2,36	2,36
C. Cultivo de arroz	0,08	0,04	0,08	0,07	0,06	0,06	0,08	0,09	0,09
D. Suelos agrícolas	6,65	5,48	5,85	4,31	4,61	4,30	4,76	5,40	5,06
E. Quemadas planificadas de sabanas									
F. Quema en campo de residuos agrícolas	0,19	0,16	0,13	0,08	0,10	0,10	0,13	0,13	0,13
G. Otros									
5. Cambios de uso del suelo y selvicultura									
6. Tratamiento y eliminación de residuos	2,59	2,86	2,84	2,71	2,91	3,29	3,72	3,95	3,97
A. Depósito en vertederos	1,89	2,27	2,35	2,25	2,44	2,78	3,17	3,38	3,40
B. Tratamiento de aguas residuales	0,58	0,52	0,46	0,44	0,46	0,50	0,53	0,56	0,56
C. Incineración de residuos	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D. Otros	0,09	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

2.1.2.- Absorciones y emisiones en LULUCF

En la tabla 2.1.3 se muestran, en el bloque superior, los valores correspondientes a los flujos netos de CO₂-eq en las distintas categorías del sector LULUCF, expresando con signo positivo (+) las emisiones y con signo negativo (-) las absorciones. En el bloque inferior de la tabla 2.1.3 y en la figura 2.1.3. se muestra el índice temporal de evolución (base 100 en el año 1990) de las absorciones netas del conjunto del sector LULUCF.

Las cifras asociadas a cada categoría (5A a 5F) de la tabla 2.1.3 recogen las emisiones y absorciones que corresponden, tanto a las tierras que permanecen en el uso de la categoría en cuestión, como a las originadas en las transiciones de otras categorías al uso de la categoría considerada. De la observación de las cifras de la tabla 2.1.3, destaca el papel dominante que tienen las absorciones de la categoría 5A (Bosque), a la que

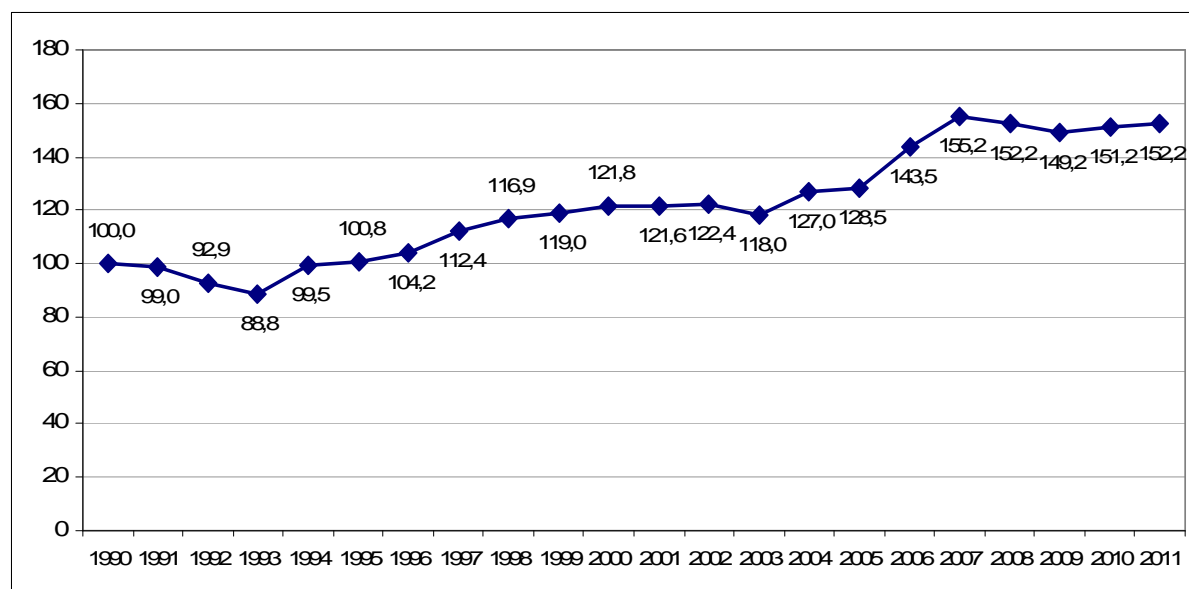
contribuye el sumidero del bosque que se mantiene como bosque y el correspondiente a las tierras forestadas. Las categorías 5B (Tierras agrícolas) y 5C (Pastizales), han incrementado su efecto sumidero a lo largo de los años, mostrando la categoría 5B determinadas fluctuaciones sobre la tendencia general, mientras la categoría 5C presenta una pauta de evolución sostenida. Como fuentes emisoras, figuran las categorías 5E (Asentamientos), por el efecto de la pérdida de carbono en los distintos depósitos en el uso de la tierra que precedió al de su conversión a asentamiento, y 5(V) (Quema de biomasa), particularmente por los incendios forestales.

En cuanto a la evolución del índice de absorciones netas (véase tabla 2.1.3 y figura 2.1.3), se observa que al final del periodo se sitúa un 52,2% por encima del año 1990, mientras que, si este nivel se refiere a la media del último quinquenio, 2007-2011, el incremento sobre el citado año 1990 es del 52,0%. En conjunto, la evolución del índice presenta cuatro periodos diferenciados: i) el correspondiente a los años 1990-1993, con una absorción decreciente, cuya pauta de evolución temporal viene, en gran parte, determinada por el cambio en el flujo neto de las tierras agrícolas; ii) el correspondiente a los años 1994-2005, con una pauta general de aumento del sumidero en las tierras forestales, y dentro de ellas por la contribución de las forestaciones; iii) el periodo 2005-2007 con un incremento más acusado de las absorciones, que se debe a una contribución especialmente destacada de las tierras agrícolas; y iv) el periodo 2007-2011, donde nuevamente la contribución de las tierras agrícolas determina la pauta de evolución del agregado.

Tabla 2.1.3.- Evolución de las absorciones netas en LULUCF

Emisiones (+) y absorciones (-) (Gg de CO₂-eq)									
Categoría	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
5A Bosque	-18.814	-20.064	-22.548	-24.458	-24.965	-25.106	-25.233	-25.276	-25.289
5B Tierras agrícolas	-929	387	-1.002	-331	-4.460	-3.686	-3.016	-3.362	-3.527
5C Pastizales	-47	-280	-516	-749	-841	-888	-934	-934	-934
5D Humedales									
5E Asentamientos	490	507	524	540	547	551	554	557	561
5F Otras tierras									
5(V) Quema de biomasa	194	194	279	453	68	43	122	119	118
Total	-19.106	-19.257	-23.263	-24.545	-29.651	-29.087	-28.508	-28.895	-29.071

Índice de evolución absorciones netas (año 1990 = 100)									
1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	Quinquenio 2007-2011
100,0	100,8	121,8	128,5	155,2	152,2	149,2	151,2	152,2	152,0

Figura 2.1.3.- Índice de evolución de las absorciones netas en LULUCF

2.1.3.- Evolución de las emisiones netas del conjunto del inventario

En este epígrafe se muestra la evolución de las emisiones netas de CO₂-eq del conjunto del inventario, con inclusión del sector LULUCF. En la tabla 2.1.4 se muestran los valores absolutos de estas emisiones netas, y en la figura 2.1.4 el índice de evolución temporal de las mismas, tomando como base 100 el año 1990. Se observa que, con relación a las emisiones del inventario sin el sector LULUCF, se mantiene en términos generales el perfil del índice, pero que, en valores absolutos, se ha producido un significativo descenso, que es prácticamente proporcional a la serie sin LULUCF.

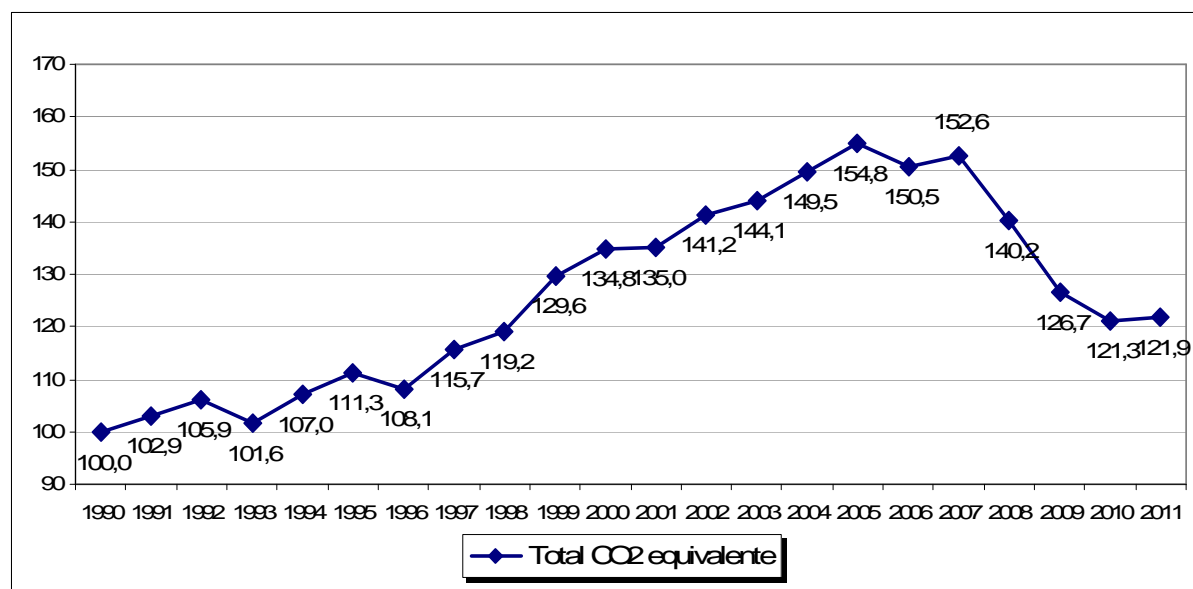
Tabla 2.1.4.- Índice de evolución de las emisiones netas

Valores absolutos (Gg CO₂-eq)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
263.682,99	293.440,33	355.512,90	408.289,44	402.358,16	369.789,28	334.205,28	319.745,85	321.412,46

Índice de evolución anual (año base = 100)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	Quinquenio 2007-2011
100,0	111,3	134,8	154,8	152,6	140,2	126,7	121,3	121,9	132,5

Figura 2.1.4.- Índice de evolución de las emisiones netas

2.2.- Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones por gases (excluido LULUCF)

En la tabla 2.2.1 se recogen las estimaciones de las emisiones, por tipo de gas, para los seis grupos o especies de gases con efecto directo sobre el calentamiento: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, y SF₆⁵. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en valores absolutos (Gg CO₂-eq); en la parte central las contribuciones porcentuales a las emisiones totales de CO₂-eq del total del inventario, y en la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (año 1990 = 100 para CO₂, CH₄ y N₂O; 1995 = 100 para los gases fluorados).

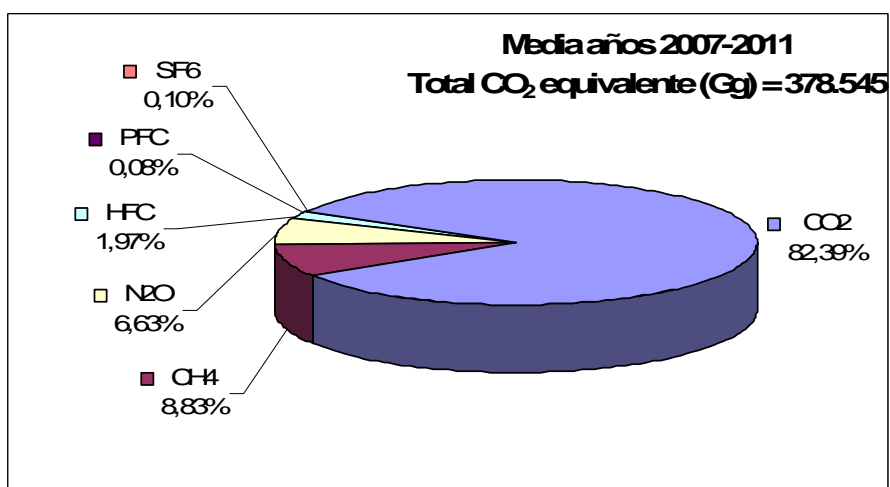
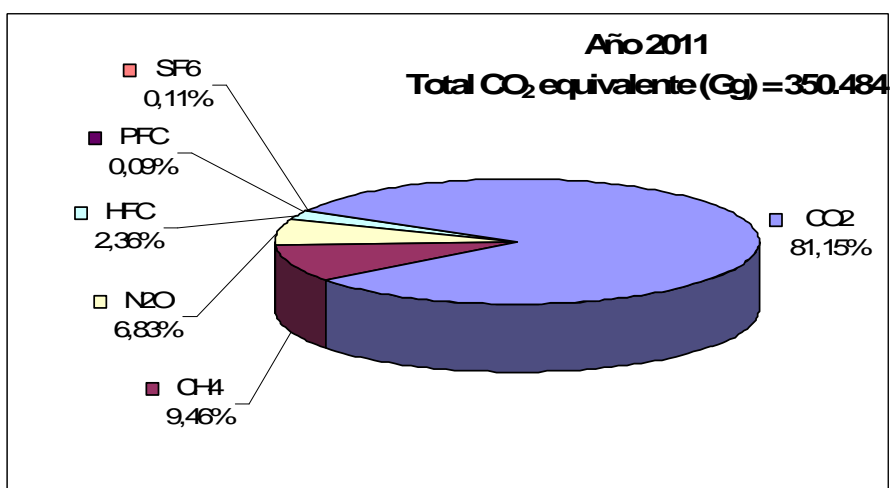
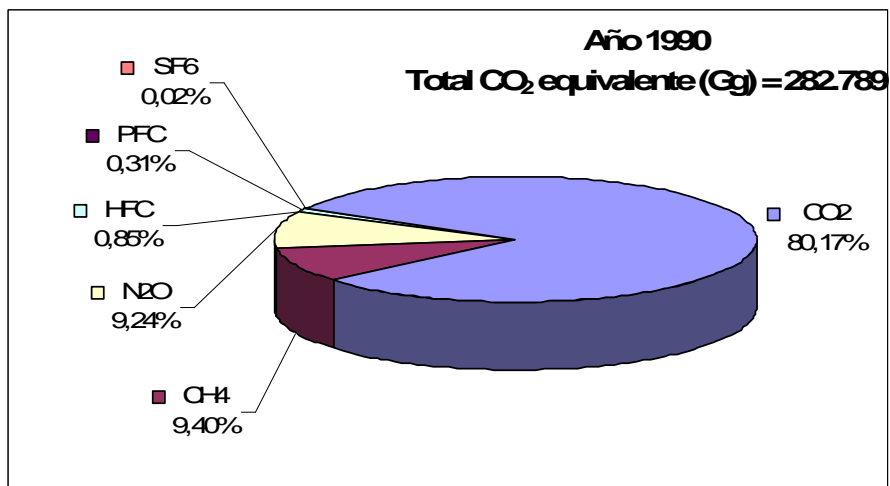
⁵ No se computan las emisiones y absorciones que correspondan al sector "Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura".

Tabla 2.2.1.- Evolución de las emisiones por tipo de gas

Cifras en Gg CO ₂ -eq									
GAS	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂	226.712,82	253.892,17	307.023,20	367.311,97	363.812,95	333.386,61	296.949,74	280.938,34	284.407,33
CH ₄	26.586,45	28.450,45	32.162,63	33.183,87	33.874,03	33.259,98	33.494,97	33.348,63	33.154,86
N ₂ O	26.136,45	24.767,91	30.583,75	26.373,45	27.372,17	24.505,66	24.239,57	25.377,72	23.934,30
HFC	2.403,18	4.645,55	8.365,60	5.405,39	6.283,76	7.043,22	7.368,77	8.294,37	8.279,39
PFC	882,92	832,52	436,03	288,15	298,17	314,84	297,27	303,69	313,45
SF ₆	66,92	108,34	204,60	271,57	368,20	366,08	362,93	378,57	394,35
TOTAL GASES	282.788,74	312.696,93	378.775,82	432.834,41	432.009,28	398.876,39	362.713,25	348.641,31	350.483,69
Porcentaje sobre el total de CO ₂ -eq del inventario									
GAS	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂	80,17	81,19	81,06	84,86	84,21	83,58	81,87	80,58	81,15
CH ₄	9,40	9,10	8,49	7,67	7,84	8,34	9,23	9,57	9,46
N ₂ O	9,24	7,92	8,07	6,09	6,34	6,14	6,68	7,28	6,83
HFC	0,85	1,49	2,21	1,25	1,45	1,77	2,03	2,38	2,36
PFC	0,31	0,27	0,12	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09
SF ₆	0,02	0,03	0,05	0,06	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11
TOTAL GASES	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Índice de evolución anual (año 1990 = 100; 1995 = 100 para los gases fluorados))									
GAS	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂	100,0	112,0	135,4	162,0	160,5	147,1	131,0	123,9	125,4
CH ₄	100,0	107,0	121,0	124,8	127,4	125,1	126,0	125,4	124,7
N ₂ O	100,0	94,8	117,0	100,9	104,7	93,8	92,7	97,1	91,6
HFC	51,7	100,0	180,1	116,4	135,3	151,6	158,6	178,5	178,2
PFC	106,1	100,0	52,4	34,6	35,8	37,8	35,7	36,5	37,7
SF ₆	61,8	100,0	188,8	250,7	339,9	337,9	335,0	349,4	364,0

Como puede apreciarse en la tabla 2.2.1, el dióxido de carbono constituye el gas dominante, con un peso a lo largo del período inventariado en torno al 80% (un 80,2% en 1990 y llegando hasta el 81,1% en el año 2011). Las dos siguientes posiciones las ocupan el metano y el óxido nitroso, con contribuciones relativamente similares pero en general mayores para el primero que para el segundo, pasando el metano del 9,4% al 9,5% y el óxido nitroso del 9,2% al 6,8% entre el año 1990 y el 2011. El conjunto de los gases fluorados se muestra con un rango de participación comprendida entre el 1,1% (año 1991) y el 2,6% (año 2011) a lo largo del período inventariado.

Los cambios en estas contribuciones relativas a lo largo del tiempo quedan plasmados en la figura 2.2.1 para los tres cortes temporales siguientes: año 1990, año 2011 y media del quinquenio 2007-2011. Al comparar los tres paneles de esta figura puede observarse cómo el CO₂ mantiene su participación relativa al comparar el año 1990 con el año 2011, año que a su vez se sitúa un 1,1% por debajo de la media del último quinquenio. Para el CH₄ puede observarse un ligero incremento del 0,1%, pasando del 9,4% en 1990 al 9,5% en 2011, situándose en este último año un 0,6% por encima de la media del último quinquenio. El N₂O refleja un descenso de 2,4 puntos porcentuales, pasando del 9,2% en el año 1990 a un 6,8% en 2011, con un intermedio de 6,7% en el último quinquenio. En cuanto a los gases fluorados, se observan diferencias entre sus componentes (HFC, PFC y SF₆), pero en conjunto su participación aumenta hasta el año 2000, al que sigue una pauta de descenso y una recuperación posterior en los últimos años, situándose en 2,6% en 2011, y en 2,2% para la media de los últimos cinco años. En todo caso, los gases fluorados han mantenido a lo largo del período inventariado un nivel bajo de contribución a las emisiones totales del inventario.

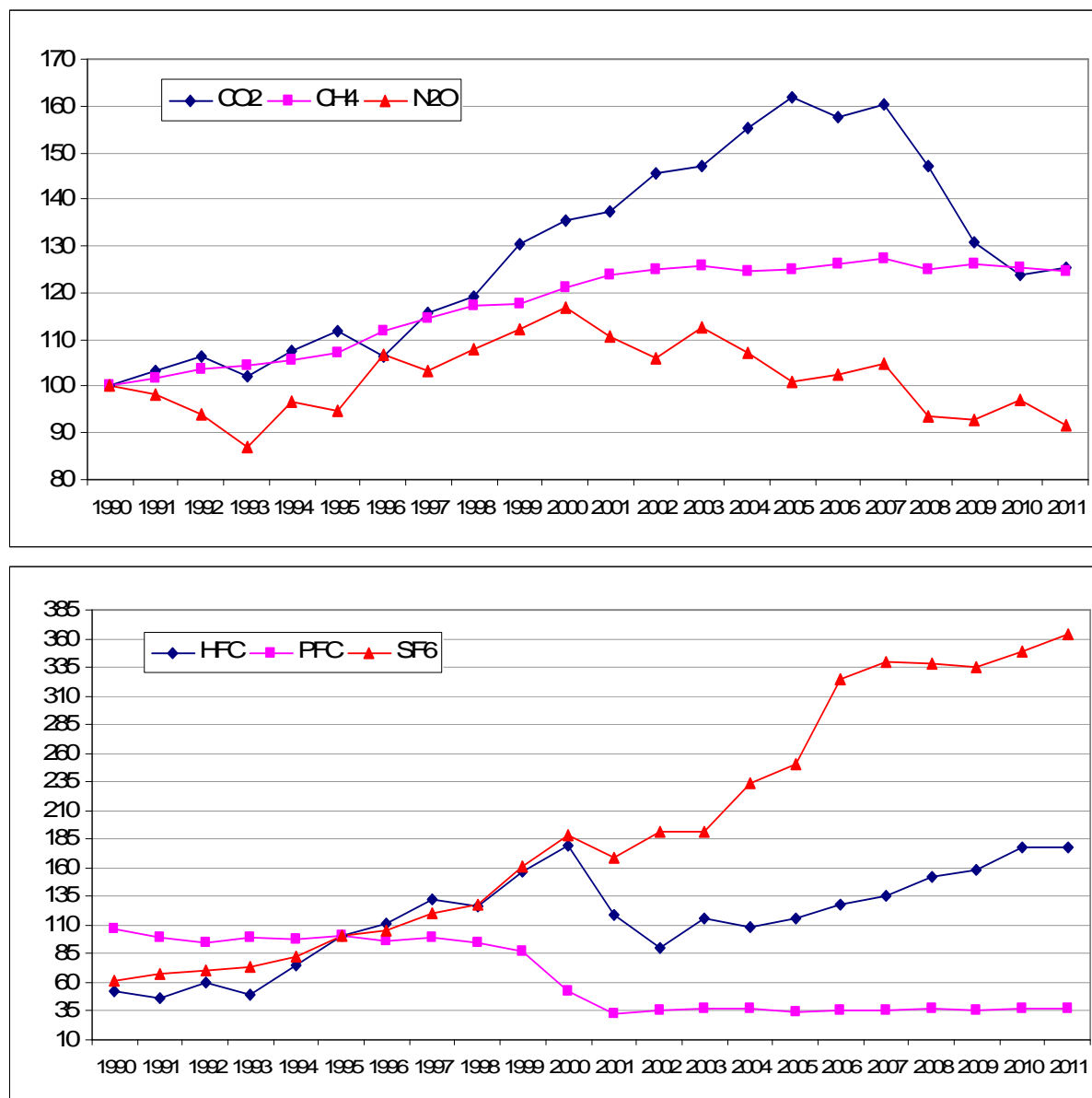
Figura 2.2.1.- Contribución por tipo de gas a las emisiones

La evolución de los índices temporales de las emisiones de los distintos gases, cuyos valores se muestran en la parte inferior de la tabla 2.2.1, se ve en la figura 2.2.2 siguiente. En el panel superior de la misma se recoge el trazado de los índices de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, tomando como referencia 100 el año 1990. En el panel inferior se incluye el índice de evolución de los grupos y especies de gases fluorados HFC y PFC y del SF₆, tomando en este caso como referencia 100 el año 1995. Al observar la evolución del CO₂ se pueden apreciar dos mínimos relativos en los años 1993 y 1996, así como el incremento de la pendiente al pasar del periodo 1990-1996 al 1996-2007, los significativos descensos de los años 2008-2010, seguido de un ligero incremento en 2011, pautas que se reflejan en gran medida en la evolución ya comentada del índice agregado, y que finalmente sitúan el nivel del año 2011 un 25,4% por encima del valor del año 1990. La evolución del CH₄ muestra una tendencia más uniforme a lo largo de todo el período, llegando a situarse al final del mismo en un 24,7% por encima del nivel del año 1990. El N₂O sigue una evolución distinta a la de los dos gases anteriores con un descenso medio en el intervalo 1990-1995, pasando a crecer en los años siguientes hasta el año 2000, a partir del cual la serie temporal muestra un descenso del nivel medio que se acentúa en el año 2008 como reflejo del descenso de las emisiones en el sector agrícola, y manteniendo prácticamente el nivel en el año 2011, situándose en este último año en un 8,4% por debajo del año 1990.

En cuanto a los gases fluorados, cuyos gráficos se muestran en el panel inferior de la figura 2.2.2, se aprecian diferencias en las evoluciones de los distintos gases. Para los PFC, se presenta una evolución estable ligeramente decreciente entre 1990 y 1999, con un descenso significativo entre 1999 y 2001, y estabilidad entre 2001 y 2011, situándose su nivel en 2011 en un 62,3% por debajo del año 1995. Esta pauta está determinada por la evolución de las emisiones de PFC en la fabricación de aluminio primario principalmente por la sustitución a partir de 1999 (y posterior eliminación) en una planta de una serie de producción que utilizaba la tecnología de ánodos precocidos de picado lateral por otra de picado central con una mayor eficiencia en el proceso (menor número de efectos ánodos por cuba y día) y el consecuente descenso en las emisiones de PFC.

Por otro lado las evoluciones de las emisiones de los HFC y SF₆ muestran, tras un período de convergencia en 1990-1994 y una evolución paralela entre 1995 y 2000, una divergencia posterior entre 2001 y 2011, al presentar un incremento sostenido el SF₆ y una caída brusca (2000-2002) los HFC, finalizando el primero en 2011 con un incremento del 264% con respecto al año 1995, mientras los HFC muestran un incremento en el año 2011 del 78,2% con respecto al mismo año 1995. El descenso en las emisiones de los HFC en 2000-2002 está motivado por la construcción y puesta en servicio en una de las plantas de fabricación de HCFC-22 de una instalación para la reducción de las emisiones de HFC-23 mediante su compresión, condensación, licuación y almacenamiento, con un envío posterior a un gestor exterior para su tratamiento.

En todo caso, para ver con más detalle las causas que afectan a la evolución de las tendencias de los diferentes gases, se remite a los capítulos 3 a 8 donde se realiza una exposición detallada de las actividades potencialmente emisoras de gases de efecto invernadero, así como al Anexo 6 en el que se presenta con desglose por gas y sector las cifras de emisiones para los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2007-2011.

Figura 2.2.2.- Índices temporales de las emisiones por gas

2.3.- Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones por sectores (excluido LULUCF)

En la tabla 2.3.1 se recogen las estimaciones de las emisiones por sector de actividad, distinguiendo los siguientes grupos de la nomenclatura IPCC: Energía, Procesos Industriales, Uso de Disolventes y Otros Productos, Agricultura y Residuos. Se hace una reseña *pro-memoria* del grupo de Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura, sin incluir sus cifras en el cómputo de las emisiones brutas⁶. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en valores absolutos (Gg CO₂-eq), en la parte central las contribuciones (porcentuales) a las emisiones totales de CO₂-eq del total del inventario y en la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (año 1990 = 100).

Tabla 2.3.1.- Evolución de las emisiones por sector de actividad

Valores absolutos (Gg CO ₂ equivalente)									
SECTOR	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1. Procesado de la energía	210.928,14	239.534,72	289.223,36	346.157,96	342.147,04	314.786,54	283.189,05	266.257,82	271.727,18
2. Procesos industriales	25.812,58	26.672,98	33.886,32	33.608,58	34.186,80	31.687,53	26.863,09	28.270,82	26.127,68
3. Uso de disolventes y otros productos	1.515,76	1.717,97	1.949,23	1.824,33	1.888,21	1.789,77	1.636,34	1.592,67	1.449,12
4. Agricultura	37.209,46	35.837,15	42.953,67	39.522,82	41.198,79	37.491,43	37.546,79	38.744,04	37.279,06
6. Tratamientos y eliminación de residuos	7.322,80	8.934,11	10.763,23	11.720,73	12.588,43	13.121,12	13.477,98	13.775,96	13.900,66
TOTAL SECTORES	282.788,74	312.696,93	378.775,82	432.834,41	432.009,28	398.876,39	362.713,25	348.641,31	350.483,69
5. Cambio uso suelo y silvicultura	-19.105,74	-19.256,60	-23.262,92	-24.544,97	-29.651,11	-29.087,11	-28.507,97	-28.895,46	-29.071,23

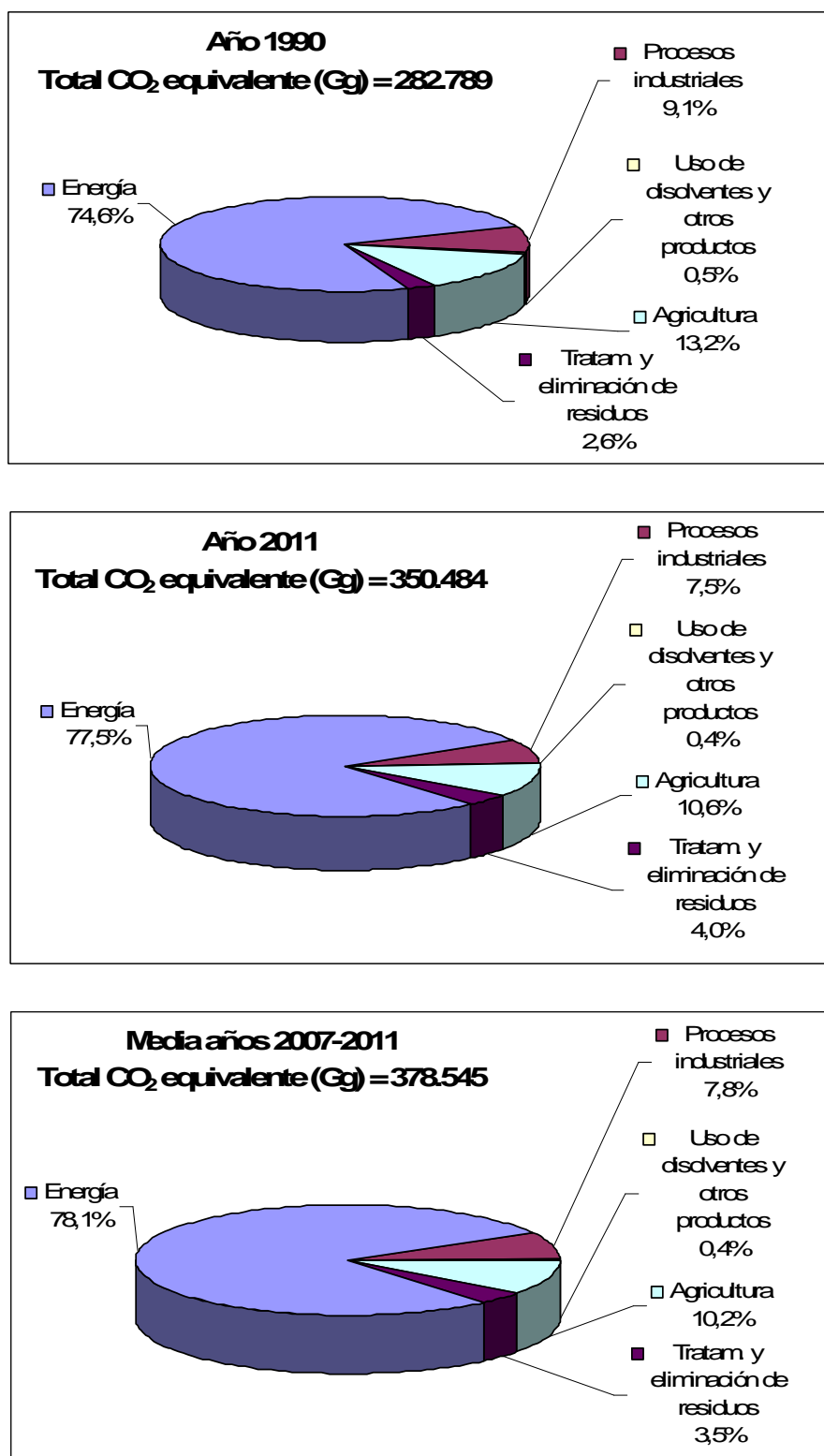
Contribución al total de CO ₂ -eq del inventario									
SECTOR	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1. Procesado de la energía	74,6	76,6	76,4	80,0	79,2	78,9	78,1	76,4	77,5
2. Procesos industriales	9,1	8,5	8,9	7,8	7,9	7,9	7,4	8,1	7,5
3. Uso de disolventes y otros productos	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
4. Agricultura	13,2	11,5	11,3	9,1	9,5	9,4	10,4	11,1	10,6
6. Tratamientos y eliminación de residuos	2,6	2,9	2,8	2,7	2,9	3,3	3,7	4,0	4,0
TOTAL SECTORES	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Índice de evolución anual (año 1990 = 100)									
SECTOR	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1. Procesado de la energía	100,0	113,6	137,1	164,1	162,2	149,2	134,3	126,2	128,8
2. Procesos industriales	100,0	103,3	131,3	130,2	132,4	122,8	104,1	109,5	101,2
3. Uso de disolventes y otros productos	100,0	113,3	128,6	120,4	124,6	118,1	108,0	105,1	95,6
4. Agricultura	100,0	96,3	115,4	106,2	110,7	100,8	100,9	104,1	100,2
6. Tratamientos y eliminación de residuos	100,0	122,0	147,0	160,1	171,9	179,2	184,1	188,1	189,8
TOTAL SECTORES	100,0	110,6	133,9	153,1	152,8	141,1	128,3	123,3	123,9

⁶ Los valores negativos reseñados pro-memoria del grupo Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura corresponden a absorciones netas de CO₂-eq de este grupo.

Al efectuar el examen por sector de actividad destaca, en primer lugar, la contribución dominante del grupo de Energía con un porcentaje que aumenta desde el 74,6% del año 1990 al 77,5% en el año 2011. Debe tenerse en cuenta que este grupo recoge, además de las emisiones de la combustión de fuentes fijas y móviles, las emisiones evaporativas procedentes de las actividades de extracción, transporte y distribución de combustibles, las cuales son también relevantes para gases distintos del CO₂, como es el caso del CH₄. En segundo lugar, y a gran distancia de la Energía, se sitúa el grupo de Agricultura, con cuotas que oscilan entre el 13,2% para el año 1990 y el 10,6% en el año 2011. El tercer grupo en importancia lo constituyen los Procesos Industriales (con exclusión de las actividades de combustión que se recogen en el grupo Energía), cuya contribución disminuye desde el 9,1% en el año 1990 al 7,5% en el año 2011. El grupo Residuos muestra en conjunto una pauta creciente, variando su contribución entre el 2,6% en el año 1990 y el 4,0% en 2011. Finalmente, el grupo Uso de Disolventes y Otros Productos presenta una contribución marginal que se sitúa entre el 0,4% y el 0,6% del total.

Los cambios en estas contribuciones relativas a lo largo del tiempo quedan plasmados en la figura 2.3.1 para los tres cortes temporales siguientes: año 1990, año 2011 y media del quinquenio 2007-2011. Al comparar los tres paneles de esta figura puede observarse cómo el sector Energía incrementa su participación relativa entre 1990 y en 2,9 puntos porcentuales, mientras que este último año se sitúa 0,5 puntos por debajo de la media del quinquenio 2007-2011. Por lo que respecta al sector Agrícola su contribución relativa desciende en 2,5 puntos entre el año 1990 y el 2011, situándose en este último año 0,4 puntos por encima de la media del último quinquenio. El grupo Procesos Industriales también muestra un descenso relativo del 1,7% entre el año 1990 y el 2011, con un leve descenso de 0,3 puntos entre el año 2011 con respecto a la media del último quinquenio. El sector Residuos muestra un incremento en su participación relativa de 1,4 puntos entre el año 1990 y el año 2011, con un aumento de 0,4 puntos porcentuales entre la media del último quinquenio y el año 2011. En cuanto al grupo Uso de Disolventes, la contribución ha disminuido en un 0,1% entre los años extremos del período inventariado.

Figura 2.3.1.- Contribución por sector de actividad a las emisiones

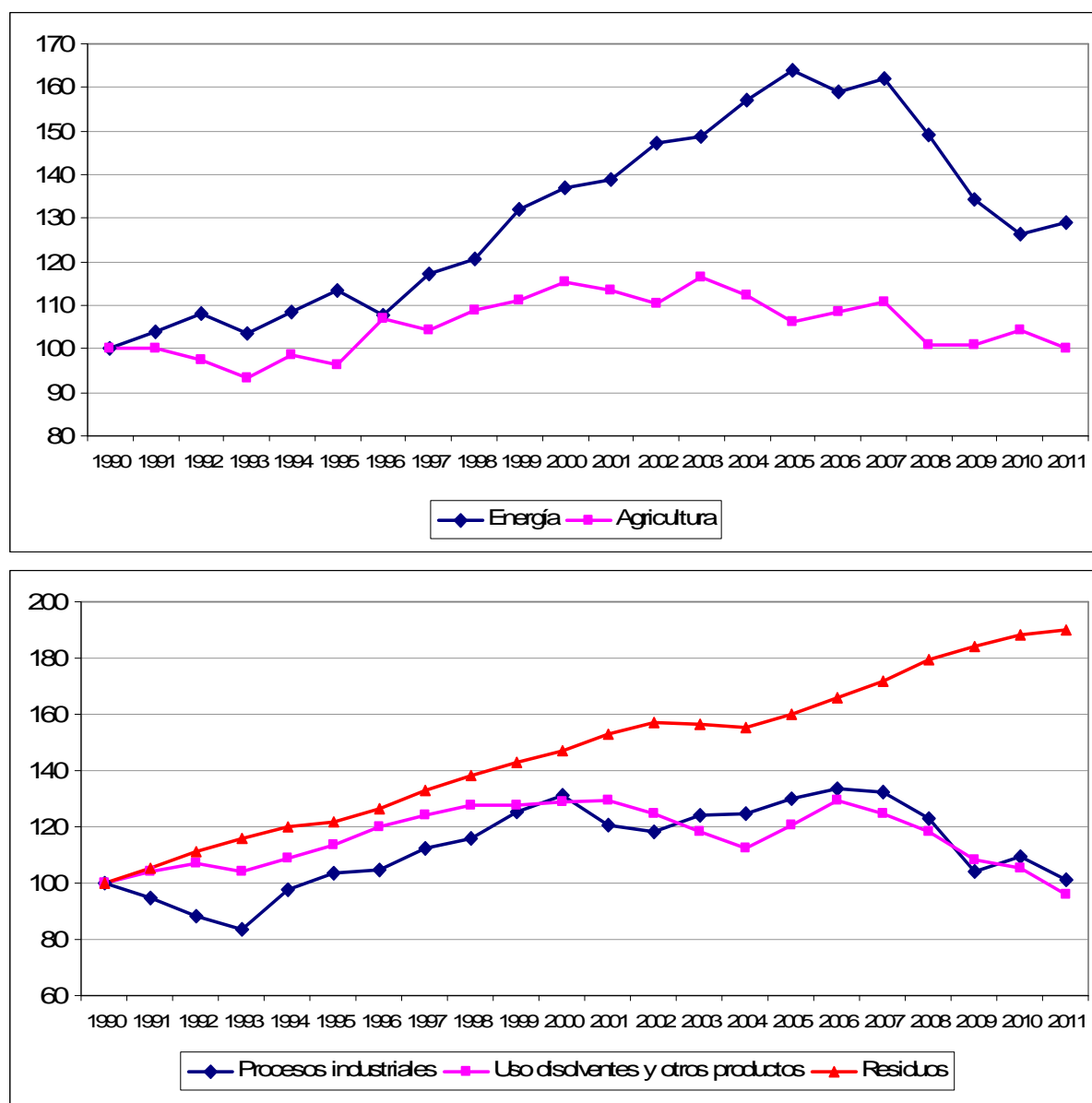
La evolución de los índices temporales de las emisiones de los distintos sectores, cuyos valores se muestran en la parte inferior de la tabla 2.3.1, se visualizan en la figura 2.3.2 siguiente. En el panel superior de la misma se recoge el trazado de los índices de las emisiones de Energía y Agricultura, y en el panel inferior se incluyen los de los sectores Procesos Industriales, Uso de Disolventes y Otros Productos, y Residuos; tomando para todos ellos como referencia 100 el año 1990. Por lo que respecta al sector Energía, se reproducen en gran medida los perfiles más arriba comentados con relación al agregado de emisiones (figura 2.1.1) y al CO₂ (figura 2.2.2), lo que se justifica por la estrecha relación entre las emisiones de CO₂ y el sector de la Energía y de ambos con el agregado de emisiones. En el sector de Agricultura se aprecia estabilidad entre los años 1990 y 1995, a la que sigue una pauta de crecimiento durante el periodo 1995-2000, seguida, a su vez, por un periodo de ligero descenso (2000-2007) aunque con fluctuaciones, seguido en 2008 con una significativa variación a la baja, manteniendo este nivel en el año 2011. La evolución de este sector está básicamente determinada por las emisiones de CH₄ procedentes de la fermentación entérica y las de N₂O de suelos agrícolas, y en esta última actividad las fluctuaciones se asocian a las variaciones interanuales de la cantidad de fertilizantes nitrogenados sintéticos aplicados a los cultivos. El sector de Residuos es el que muestra la tendencia al alza más intensa y uniforme a lo largo de todo el periodo inventariado, 1990-2011, tendencia básicamente dominada por la evolución de las emisiones de CH₄ en los vertederos. Por su parte, en la evolución de los Procesos Industriales, al tramo descendente inicial 1990-1993, acorde con el ciclo económico y que se refleja especialmente en la caída de la producción de cemento, le sigue un periodo de crecimiento sostenido 1993-2000, un descenso y recuperación en 2001-2007 motivado por la evolución de las emisiones de PFC y HFC según se ha comentado en el epígrafe 2.2, con un acusado descenso posterior en los años 2008 y 2009, como consecuencia de la reducción del nivel de actividad en sectores con una contribución importante a las emisiones, un incremento en 2010 como consecuencia, principalmente, de la recuperación del nivel de actividad en algunos sectores industriales entre los que destaca la industria siderúrgica, y finalmente un descenso en 2011 consecuencia del descenso generalizado del nivel de actividad industrial, equiparando el nivel de emisiones de este año al de 2009. Por último, el sector de Uso de Disolventes y Otros Productos, con una contribución mayoritaria del uso del N₂O con fines anestésicos, muestra un significativo crecimiento sostenido hasta el año 2001, a partir del cual hay una tendencia descendente hasta el año 2004, y de crecimiento posterior hasta 2006, a la que sigue finalmente un descenso continuado hasta el año 2011, aunque su muy reducido nivel absoluto lo hace irrelevante respecto a la evolución del agregado.

En resumen, se pueden distinguir, por un lado las evoluciones del sector Residuos, con una tasa de crecimiento del 90% si se compara el nivel de 2010 con el del año de referencia 1990, si bien este sector tiene una ponderación reducida en el total del inventario. Por otro lado, con un crecimiento significativamente menor, aunque destacado por su ponderación en el total, se sitúa la evolución del sector de la Energía, con una tasa de crecimiento en 2011 del 29% con respecto al año 1990. Y, por último, se encuentran los sectores de Procesos Industriales, Agricultura y Uso de Disolventes y Otros Productos, presentando los dos primeros en 2011 niveles muy similares a los del año 1990, mientras que el Uso de Disolventes y Otros Productos, de importancia marginal en el conjunto del Inventario, presenta un descenso en 2011 superior al 4% con respecto al año 1990.

En todo caso, para ver con más detalle las causas que afectan a la evolución de las tendencias de los diferentes sectores, se remite a los capítulos 3 a 8 donde se realiza una

exposición detallada de las actividades emisoras de gases de efecto invernadero, así como al Anexo 6 en el que se presenta con desglose por gas y sector las cifras de emisiones para los años 1990, 1995, 2000, 2005 y 2007-2011.

Figura 2.3.2.- Índices temporales de las emisiones por sector de actividad



2.4.- Descripción e interpretación de las tendencias para los gases de efecto invernadero indirecto (excluido LULUCF)

En la tabla 2.4.1 se muestra la evolución de los gases de efecto invernadero referida a sus valores absolutos, expresados en gigagramos de cada gas, (parte superior de la tabla) y a sus índices de evolución temporal (año 1990 = 100; parte inferior de la tabla), representándose gráficamente la trayectoria de estos últimos en la figura 2.4.1.

En cuanto al NO_x , las emisiones proceden mayoritariamente de los procesos de combustión, de fuentes estacionarias y móviles, ocupando un lugar ya muy secundario los procesos industriales y la agricultura. A pesar de los avances tecnológicos experimentados en importantes fuentes generadoras de este gas (generación de energía, vehículos de transporte, etc.), que han repercutido en una reducción de los estándares de emisión (emisiones por unidad de producto), la expansión de la actividad de los sectores energía y transporte ha contrarrestado este efecto de ganancia tecnológica. En los años 2008, 2009 y 2010, tiene, sin embargo, una incidencia muy notable el cambio en la distribución de combustibles del sector de generación de energía eléctrica, con una reducción muy significativa del consumo de carbón, efecto que, combinado con la reducción del nivel de actividad general, provoca una caída de las emisiones en dichos años. Mientras, en 2011 se produce un incremento del consumo de carbón (especialmente en la generación de energía eléctrica), lo que causa un incremento de las emisiones de NO_x con respecto al año 2010, situando el índice en el año 2011 un 20,0% por debajo del nivel del año 1990.

Las emisiones de CO se originan por la oxidación incompleta de los combustibles en los procesos de combustión y proceden mayoritariamente del sector energía (que como se sabe incluye la combustión en el transporte). Es en el sector transporte donde se han conseguido notables reducciones en los estándares de emisión por la penetración de nuevas tecnologías (catalizadores) en el equipamiento de los vehículos de gasolina y también por el aumento relativo de los vehículos diésel respecto a los de gasolina. Las emisiones de este gas han experimentado un descenso del 51,1% entre los años inicial y final del período inventariado.

Las emisiones de COVNM tienen como orígenes mayoritarios los sectores de energía, y uso de disolventes y, ya a un nivel más secundario, los procesos industriales y el resto de sectores. A lo largo del período inventariado ha ido disminuyendo la contribución relativa del sector energía, debido fundamentalmente a las reducciones en los estándares de emisión en los automóviles (introducción de catalizadores) y también por la disminución absoluta (y también relativa) de los vehículos de gasolina respecto a los diésel. Mejoras importantes también se han registrado en algunos sub-sectores del uso de disolventes, tanto por la reducción en componentes orgánicos volátiles de los productos utilizados como por las mejoras en la aplicación de los productos y la gestión de los efluentes. En conjunto, las emisiones de este gas se han reducido en un 42,8% entre los años 1990 y 2011.

En cuanto al SO_2 , el sector energía es el absolutamente dominante en la generación de las emisiones, con porcentajes entre el 97% y el 99% a lo largo de los años del período inventariado. La reducción principal dentro de este sector se ha conseguido al haberse operado un cambio muy importante hacia el uso de combustibles con mínimo contenido de

azufre, que finalmente se hace mucho más intenso en los años 2008-2010, y en menor medida en 2011, con la fuerte reducción del consumo de carbón en la industria de generación eléctrica. Así pues, la reducción de emisiones de este gas, la mayor de los cuatro gases considerados en este epígrafe, se cifra en un 75,3% al pasar del año 1990 al 2011.

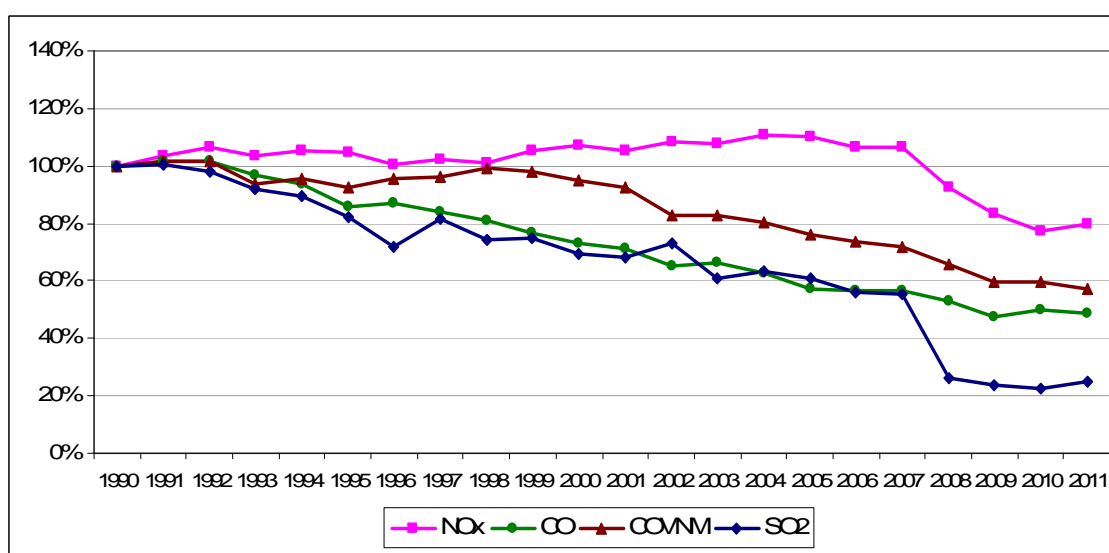
Toda esta información puede verse con un mayor grado de detalle (con desglose por sector de actividad y gas) en el Anexo 6 del presente informe.

Tabla 2.4.1.- Evolución de las emisiones de NO_x, CO, COVNM y SO₂

Valores absolutos (Gigagramos)									
GAS	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
NO _x	1.276,03	1.332,85	1.368,16	1.408,88	1.359,16	1.177,38	1.062,51	984,20	1.021,03
CO	3.666,71	3.157,43	2.680,52	2.107,68	2.064,93	1.935,28	1.751,17	1.836,91	1.794,20
COVNM	1.074,78	994,64	1.022,26	814,80	770,45	706,86	641,29	638,84	615,25
SO ₂	2.181,97	1.795,49	1.513,52	1.324,07	1.209,25	565,42	519,63	488,20	539,46

Índice de evolución anual (año 1990 = 100)									
GAS	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
NO _x	100,0	104,5	107,2	110,4	106,5	92,3	83,3	77,1	80,0
CO	100,0	86,1	73,1	57,5	56,3	52,8	47,8	50,1	48,9
COVNM	100,0	92,5	95,1	75,8	71,7	65,8	59,7	59,4	57,2
SO ₂	100,0	82,3	69,4	60,7	55,4	25,9	23,8	22,4	24,7

Figura 2.4.1.- Índices temporales de las emisiones de NO_x, CO, COVNM y SO₂



2.5.- Emisiones y absorciones del sector LULUCF-PK

En esta sección se presenta el estado de información sobre los cruces de categorías, depósitos de carbono y gases, del sector “usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura” (LULUCF), requeridos en el ámbito del Protocolo de Kioto (PK).

En la tabla 2.5.1, también conocida como Tabla NIR 1, se muestra la cobertura de información de actividades sujetas al Artículo 3.3 (forestación/reforestación y deforestación) y, las elegidas por España en relación con el Artículo 3.4 (gestión forestal y gestión de tierras agrícolas)⁷. Los depósitos de carbono considerados incluyen la biomasa aérea, la biomasa subterránea, la madera muerta, los detritus vegetales, y el carbono orgánico de los suelos. Los gases considerados son CO₂, CH₄ y N₂O. Las etiquetas de notación sobre el status de información se especifican a pie de tabla.

Tabla 2.5.1.- Cobertura de información en actividades del sector LULUCF-PK

Actividad		Información sobre cambios en los depósitos de carbono					Información sobre gases						
		Biomasa aérea	Biomasa subterránea	Detritus	Madera muerta	Carbono en suelos	Fertilización	Drenaje de suelos en la gestión forestal	Perturbaciones asociadas con la conversión a tierras agrícolas	Enmiendas calizas	Quema de biomasa		
							N ₂ O	N ₂ O	N ₂ O	CO ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Actividades Artículo 3.3	Forestación / Reforestación	R	IE	NR	NR	R	NO			NO	NO,R	NO,R	NO,R
	Deforestación	R	IE	R	R	R			NO	NO	NO	NO	NO
Actividades Artículo 3.4	Gestión forestal	R	IE	NR	NR	NR	NO	NO		NO	IE,NE	R,NE	R,NE
	Gestión de tierras agrícolas	R	IE	NR	NR	R			NO	NO	IE,NO	IE,NO	IE,NO
	Gestión de pastizales	NA	NA	NA	NA	NA				NA	NA	NA	NA
	Revegetación	NA	NA	NA	NA	NA				NA	NA	NA	NA

R: Informado; NR: No informado; IE: Incluido en otra categoría; NO: No ocurre; NA: No aplicable.

En la tabla 2.5.2, también denominada como Tabla 5(KP), se muestra la estimación de los flujos de emisiones (+) y absorciones (-) de gases de efecto invernadero generados en las actividades LULUCF en el ámbito del Protocolo de Kioto. La tabla muestra la información por bloques de columnas para cada año de referencia; y dentro de cada bloque las tres primeras columnas muestran las estimaciones en masa de cada gas y la cuarta columna en unidades de CO₂ equivalente, habiendo utilizado las ponderaciones habituales de los distintos gases conforme a los valores de IPCC 1995.

⁷ De acuerdo con las indicaciones recibidas de equipo revisor del inventario de la Unión Europea (EU LULUCF ERT (JRC)) la información para el año 1990 se ha omitido con la excepción de la correspondiente a la actividad de gestión de tierras agrícolas, habiéndose reseñado para las restantes actividades en dicho año la etiqueta "NA" (no aplicable), pues para ellas no es relevante la información del año 1990 para la contabilización de los compromisos del Protocolo de Kioto. Es por ello por lo que para el año 1990 todas las etiquetas de notación son "NA" con la excepción de las correspondientes a la actividad de gestión de tierras agrícolas.

Tabla 2.5.2.- Emisiones (+) y absorciones (-) de gases de efecto invernadero en LULUCF-PK (Cifras en Gg)

Actividades fuente/sumidero de gases de efecto invernadero	1990				2008				2009			
	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂ e	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂ e	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂ e
A. Actividades Artículo 3.3				-4				-6.280				-6.368
A.1. Forestación / Reforestación	-94	<	<	-94	-6.388	<	<	-6.386	-6.481	<	<	-6.475
A.1.1. Unidades de tierra no taladas desde el comienzo del período de compromiso	-94	<	<	-94	-6.388	<	<	-6.386	-6.481	<	<	-6.475
A.1.2. Unidades de tierra taladas desde el comienzo del período de compromiso	NA,NO	NO	NO	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NA,NO
A.2. Deforestación	89	NO	NO	89	106	NO	NO	106	107	NO	NO	107
B. Actividades Artículo 3.4				-18.700				-21.745				-21.011
B.1. Gestión bosques	-18.716	8	<	-18.526	-18.699	1	<	-18.677	-18.698	3	<	-18.636
B.2. Gestión tierras agrícolas	-712	20	<	-174	-3.469	16	<	-3.067	-2.845	19	<	-2.376
B.3. Gestión de pastizales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B.4. Revegetación	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

IE: Incluido en otra categoría; NO: No ocurre; NA: No aplicable.

<: Estimación positiva inferior a 0,5 Gg

Tabla 2.5.2.- Emisiones (+) y absorciones (-) de gases de efecto invernadero en LULUCF-PK (Cifras en Gg) (Continuación)

Actividades fuente/sumidero de gases de efecto invernadero	2010				2011			
	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂ e	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Emisiones / Absorciones netas de CO ₂ e
A. Actividades Artículo 3.3				-6.369				-6.331
A.1. Forestación / Reforestación	-6.482	<	<	-6.477	-6.446	<	<	-6.440
A.1.1. Unidades de tierra no taladas desde el comienzo del periodo de compromiso	-6.482	<	<	-6.477	-6.446	<	<	-6.440
A.1.2. Unidades de tierra taladas desde el comienzo del periodo de compromiso	NA,NO	NO	NO	NA,NO	NA,NO	NO	NO	NA,NO
A.2. Deforestación	108	NO	NO	108	109	NO	NO	109
B. Actividades Artículo 3.4				-21.448				-21.710
B.1. Gestión bosques	-18.741	3	<	-18.680	-18.792	3	<	-18.730
B.2. Gestión tierras agrícolas	-3.238	19	<	-2.768	-3.449	19	<	-2.980
B.3. Gestión de pastizales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B.4. Revegetación	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

IE: Incluido en otra categoría; NO: No ocurre; NA: No aplicable.

<: Estimación positiva inferior a 0,5 Gg

3.- Energía

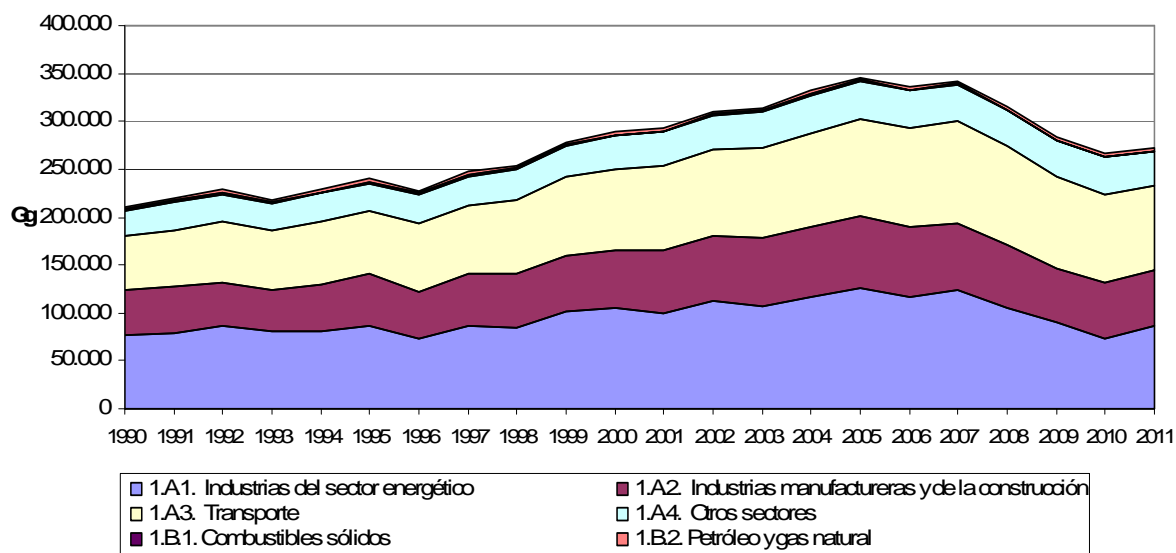
3.1.- Panorámica del sector

Las emisiones de la energía representaron en el año 2011, en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq), un 77,5% de las emisiones totales del inventario, lo que supone un incremento en su contribución respecto del año 1990, en el que representaban un 74,6% del total. Así, las emisiones de CO₂-eq en este sector han registrado un incremento del 28,8% a lo largo del periodo inventariado 1990-2011, pasando de 210.928 (Gg) de CO₂-eq en 1990 a 271.727 Gg en el año 2011. En la tabla 3.1.1 se presentan en términos de CO₂-eq las emisiones del sector de energía con desglose por categorías componentes según la nomenclatura CRF, distinguiéndose entre las actividades de combustión (categorías 1A1 a 1A4) y las emisiones fugitivas de combustibles (categorías 1B1 y 1B2).

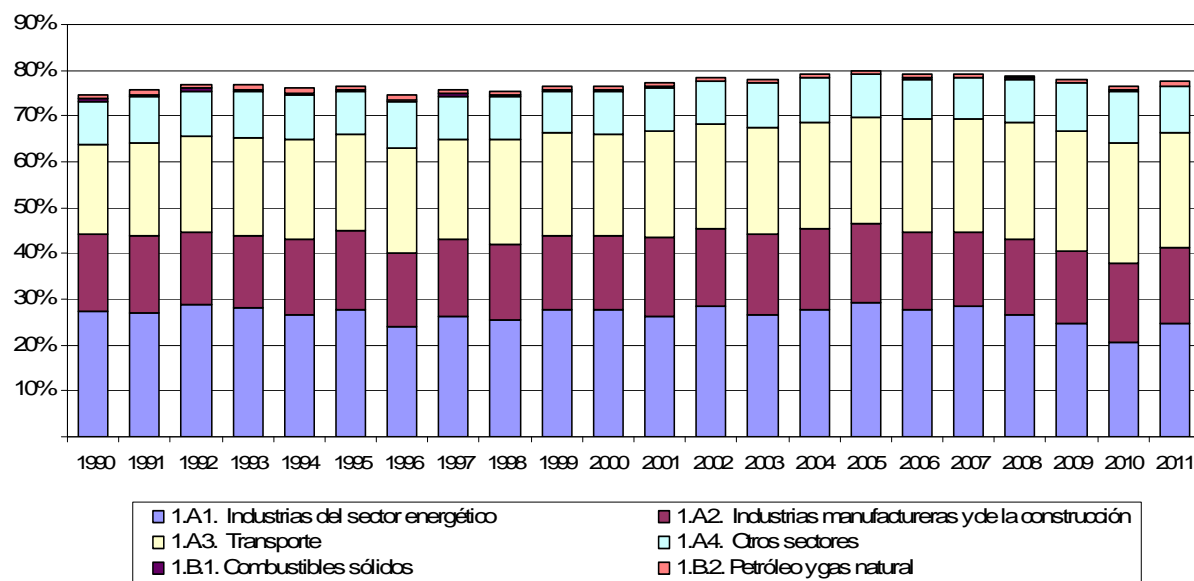
Tabla 3.1.1.- Emisiones de CO₂-eq (Cifras en Gg)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1.A Actividades de combustión	206.823	235.468	285.113	342.213	338.281	311.399	279.937	262.966	267.974
1.A.1 Industrias del sector energético	77.655	86.637	105.369	126.133	123.135	106.022	89.795	72.551	86.526
1.A.2 Industrias manufactureras de la construcción	46.971	53.699	60.563	74.561	69.719	65.502	56.699	59.566	58.677
1.A.3 Transporte	55.743	65.705	84.511	100.848	107.249	101.733	96.274	91.909	87.385
1.A.4 Otros sectores	26.454	29.426	34.671	40.671	38.178	38.141	37.168	38.940	35.386
1.B Emisiones fugitivas de los combustibles	4.105	4.067	4.110	3.944	3.866	3.387	3.252	3.292	3.753
1.B.1 Combustibles sólidos	1.835	1.483	1.263	1.029	977	736	636	573	673
1.B.2 Petróleo y gas natural	2.270	2.584	2.847	2.916	2.889	2.652	2.616	2.719	3.080
Total Energía	210.928	239.535	289.223	346.158	342.147	314.787	283.189	266.258	271.727

Como puede observarse, la mayoría de las emisiones de este sector proceden de las actividades de combustión (por encima del 98%), constituyendo las emisiones fugitivas una fuente de emisiones menor tanto en el sector como en el total del inventario. Es por ello por lo que la evolución de las emisiones del sector está determinada por las actividades de combustión. En la figura 3.1.1 se presenta la evolución de las emisiones de CO₂-eq del sector con desglose por cada una de sus categorías.

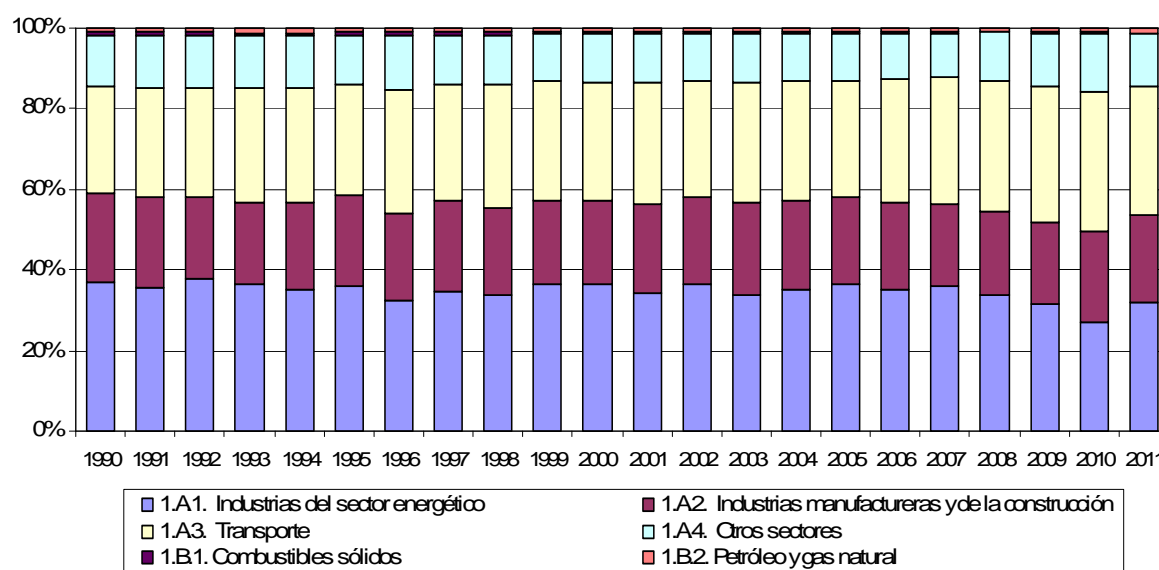
Figura 3.1.1.- Evolución de las emisiones de CO₂-eq

En la figura 3.1.2 se muestra la contribución de las distintas categorías fuente del sector de la energía a las emisiones totales de CO₂-eq del inventario a lo largo del periodo 1990-2011. Como puede observarse la contribución conjunta del sector ha sido siempre superior al 70% del total de emisiones, alcanzando su cuota más alta en el año 2005 (80,0%).

Figura 3.1.2.- Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq por categoría respecto al total del inventario

En la figura 3.1.3 se muestra la distribución por categoría fuente de las emisiones de CO₂-eq del sector energía. Como puede observarse en la figura, las principales categorías que contribuyen a las emisiones de este sector son las correspondientes a las industrias del sector energético (centrales térmicas, refinerías de petróleo, transformación de combustibles) y al transporte (24,7% y 24,9% respectivamente en 2011), seguidas por las industrias manufactureras y de la construcción (16,7% en el año 2011) y la combustión en otros sectores (10,1% en el año 2011). Tal y como se ha mencionado previamente, las emisiones correspondientes a las categorías de emisiones fugitivas de combustibles tienen una importancia reducida (1,1% en 2011) dentro del sector, si bien cabe destacar por un lado la evolución descendiente de la contribución de las emisiones de los combustibles sólidos en contraposición a la evolución creciente de las correspondientes a los combustibles líquidos y gaseosos, siendo esto un reflejo del incremento que se produce del consumo de gas natural y de los combustibles derivados del petróleo con respecto al de los carbones.

Figura 3.1.3.- Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq por categoría respecto al total del sector



a) Fuentes de información básicas (variables de actividad, algoritmos y factores de emisión)

Las variables de actividad más relevantes para este sector son los consumos de combustibles y la asignación de los mismos a las distintas categorías del sector.

En el inventario se asume un principio de coherencia con el balance nacional de combustibles, en cuanto a los totales de cada tipo de combustible, en las versiones de EUROSTAT y Agencia Internacional de la Energía (AIE), hasta el año penúltimo del periodo

inventariado, y en la versión de los cuestionarios energéticos internacionales del MINETUR para el último año del periodo inventariado¹. No obstante, en el desglose sectorial, se elabora para el inventario una información propia, derivada en gran parte de los casos de información directa procedente de las plantas de los sectores a los que se envía cuestionario individualizado. Cuando la información se ha obtenido por esta vía y cubre exhaustivamente el conjunto de un determinado sector se da preferencia a esta fuente de información sobre otras fuentes alternativas. Sin embargo, cuando la información obtenida de forma individualizada no cubre la totalidad de un determinado sector, se considera también la información complementaria de la fuente de información más agregada para obtener una estimación del total del consumo en el correspondiente sector. Por otra parte, para algunos otros sectores se hace una estimación del consumo de combustibles a partir de sus ratios específicos de consumo teniendo en cuenta la información facilitada sobre sus variables de actividad (entre otros el consumo de la flota pesquera nacional o la maquinaria agrícola y forestal).

Por lo que respecta a los tipos de combustible, se parte de la nomenclatura NAPFUE de EMEP/CORINAIR complementada en su caso por la de IPCC. Adicionalmente, para algunos combustibles muy relevantes para el cómputo de las emisiones de CO₂, se llega a un análisis individualizado por plantas energético-industriales, lo que permite efectuar la estimación de las emisiones mediante un balance de carbono.

En cuanto a los algoritmos de estimación de las emisiones, se parte, en la medida de lo posible, del balance de carbono para estimar las emisiones de CO₂ (metodología IPCC basada en contenido de carbono del combustible y factor de oxidación del carbono a CO₂), si bien cuando para un combustible no se dispone de esta información se opta por una aproximación al factor de CO₂ final basándose en características estándar de los combustibles (esencialmente el poder calorífico inferior). Para el CH₄ y el N₂O, en los que la metodología del balance de masas no es operativa, se han tomado factores de emisión procedentes de referencias bibliográficas, entre las que cabe destacar el Manual de Referencia 1996 IPCC, la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, el Libro Guía de EMEP/CORINAIR, y otras fuentes sectoriales (American Petroleum Institute, API) o institucionales (Centre Interprofessionel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, CITEPA).

La mención a las fuentes de información específicas para las actividades clave de este sector se hace más abajo al presentar cada una de las actividades en particular.

b) Exhaustividad, transparencia y coherencia temporal

Las emisiones estimadas de los tres gases principales con efecto directo de calentamiento atmosférico (CO₂, CH₄ y N₂O) cubren la práctica totalidad de las categorías

¹ Esta disponibilidad de fuentes (balances energéticos de AIE y EUROSTAT por un lado, y de cuestionarios energéticos internacionales por otro) debe de ser considerada a lo largo de este capítulo cada vez que se haga mención a las fuentes de referencia de los datos energéticos.

CRF del sector energía². En el sector se incluyen también las emisiones procedentes de las plantas de incineración de residuos urbanos y de la combustión del biogás de vertederos y de plantas de biometanización, así como de las plantas de incineración de residuos industriales, cuando en dichas actividades se realiza valorización energética de los residuos incinerados y del biogás. No obstante, cabría destacar como limitación de la aplicación del principio de exhaustividad, la no inclusión de las emisiones de CO₂ provenientes de la extracción y manipulación de los carbones, si bien las Guías IPCC de 1996 y 2000 no proporcionan factores explícitos para realizar esta estimación.

En el sector de energía se hace una aplicación intensiva de la recogida de información vía cuestionario individualizado a las plantas consideradas como grandes focos puntuales, entre las que cabe citar las de los sectores siguientes: centrales térmicas de servicio público, incineradoras y grandes vertederos de residuos urbanos, plantas de biometanización, incineradoras de residuos industriales, refinerías de petróleo, transformación de combustibles sólidos (coquerías en la siderurgia integral y en otros sectores³), plantas siderúrgicas integrales, fabricación de alúmina y aluminio primario, fábricas de pasta de papel y fabricación de vidrio⁴. Para dichas plantas se explota la información de base que permite el análisis desglosado de los consumos de combustibles y la composición de los mismos en términos de contenidos de carbono y poderes caloríficos. Esta información puede ser rastreada, salvo en su caso el requerimiento de confidencialidad que algunos sectores han levantado para la revisión de los inventarios nacionales. Para los sectores y actividades en que se ha tratado la información utilizando fuentes no individualizadas por planta, se dispone en la mayoría de los casos relevantes de un desglose sectorial y provincial (NUTS3) de la misma, que permite un análisis detallado de la información de acuerdo con el enfoque *bottom-up*.

A continuación se examinan en detalle las fuentes clave del sector de la energía. El análisis de las fuentes clave se ha realizado para el año base⁵ (nivel de emisión) utilizando el enfoque de nivel 1 (Tier 1), y para el año 2011 (nivel de emisión y tendencia) utilizando los enfoques de nivel 1 y 2 (Tier 1 y Tier2). En concreto, se han identificado las siguientes fuentes clave:

- Combustión estacionaria en el sector de la energía (1A1), sin discriminación por tipo de combustible, debido a sus emisiones de N₂O. Esta es una fuente clave en el año 2011, tanto por su contribución al nivel de las emisiones como a la tendencia, al aplicar el Tier 2, pero no lo es cuando se aplica el Tier 1.

² La excepción la constituirían algunas fuentes marginales a las que se hace referencia en las tablas 9(a) del CRF.

³ Para las coquerías no emplazadas en plantas siderúrgicas integrales, la información mediante cuestionario individualizado está disponible a partir del año 2008.

⁴ Para las plantas de fabricación de vidrio, la información mediante cuestionario individualizado está disponible a partir del año 2003.

⁵ El año base toma como referencia el año 1990 para el CO₂, CH₄ y N₂O y el año 1995 para los gases fluorados HFC, PFC y SF₆.

- Plantas de servicio público de electricidad y calor (1A1a) por sus emisiones de CO₂. En el caso de los combustibles sólidos, esta categoría es fuente clave, tanto por su nivel como por su tendencia independientemente del Tier utilizado, bien sea en el año base o en el año 2011. Para los combustibles líquidos, la naturaleza de fuente clave sólo se presenta por su nivel de emisiones (años base y 2011) cuando se utiliza el Tier 1, pero no cuando se utiliza el Tier 2. En cuanto a los combustibles gaseosos, el incremento del consumo de gas natural en las centrales térmicas de ciclo combinado hace que sean fuente clave por su tendencia independientemente del Tier utilizado. Sin embargo, el nivel de emisiones de CO₂ por el uso de combustibles gaseosos solamente tiene naturaleza de fuente clave en el año 2011 cuando se utiliza el Tier 1, pero no cuando se utiliza el Tier 2.
- Refinerías de petróleo (1A1b) por emisiones de CO₂. Destaca el hecho de que en el año 2011 el nivel de emisiones y la contribución a la tendencia es una fuente clave para combustibles líquidos y gaseosos cuando se aplica Tier 1, pero no cuando se aplica Tier 2. Además puede observarse que el incremento producido en el consumo de gas natural queda reflejado en la naturaleza clave de las emisiones de este combustible en 2011 frente al año base en el que los combustibles gaseosos en esta categoría no constituye una fuente clave.
- Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c) por emisiones de CO₂ para los combustibles sólidos. Esta fuente se identifica clave tanto para el año base, por su nivel, como para el año 2011 por su tendencia. Cabe mencionar que la naturaleza de fuente clave solamente se obtiene cuando se utiliza el Tier 1, pero deja de serlo cuando se utiliza el Tier 2.
- Combustión estacionaria en el sector industrial (1A2). Esta categoría es fuente clave, tanto en el año base como en el año 2011, por el nivel y por la tendencia de las emisiones de CO₂ para combustibles sólidos, líquidos y gaseosos independientemente del Tier utilizado (Tier 1 o Tier 2), con la excepción del nivel de emisiones del año 2011 para los combustibles sólidos, donde sólo resulta fuente clave al utilizar el Tier 1.
- Combustión estacionaria en el sector industrial (1A2), sin discriminación por tipo de combustible, debido a sus emisiones de CH₄ y de N₂O en el año 2011. Cabe mencionar que la naturaleza de fuente clave depende del tipo de enfoque (Tier) utilizado, ya que para el CH₄ es fuente clave por su tendencia cuando se aplica el Tier 2, pero no cuando se aplica Tier 1, mientras que para el N₂O resulta fuente clave por nivel al aplicar el Tier 2, pero no cuando se aplica el Tier 1.
- Tráfico aéreo nacional (1A3a2) por sus emisiones de CO₂. Destaca el hecho de que en el año 2011 sería fuente clave por su tendencia si se utilizara el Tier 1 pero no resulta tal al utilizar el Tier 2 debido a la reducida incertidumbre de los factores de emisión.
- Transporte por carretera (1A3b) por sus emisiones de CO₂, tanto para la gasolina como para el gasóleo. En el caso de la gasolina, destaca el hecho de que en el año 2011 sería fuente clave en el nivel de emisiones si se utilizara el Tier 1, pero no lo es al utilizar Tier 2. Esto es una consecuencia de la combinación de las dos circunstancias siguientes: 1) el menor valor relativo de la variable de actividad

(consumo de gasolina) con respecto a otros carburantes como el gasóleo, con una pauta decreciente a lo largo de los años; y 2) el bajo nivel de incertidumbre para la gasolina, tanto de la variable de actividad como del factor de emisión.

- Tráfico marítimo nacional (1A3d2) por sus emisiones de CO₂.
- Combustión estacionaria en “Otros sectores” (1A4). Esta categoría es fuente clave en el año base por su nivel de emisiones de CO₂ para los combustibles sólidos y líquidos pero no para los gaseosos (Tier 1). Sin embargo, la naturaleza de fuente clave en el nivel de emisiones del año 2011 depende del tipo de Tier utilizado, ya que utilizando el Tier 2, sólo es fuente clave por su nivel de emisiones de combustibles líquidos, mientras que si se utilizara el Tier 1, sería fuente clave para combustibles líquidos y gaseosos. Este comportamiento diferenciado por tipo de combustible no se reproduce al analizar la tendencia, estableciéndose fuentes clave las emisiones de CO₂ para cada uno de los tipos (sólidos, líquidos y gaseosos).
- Combustión estacionaria en “Otros sectores” (1A4), sin discriminación por tipo de combustible, debido a sus emisiones de CH₄, por su nivel y tendencia, y de N₂O, por su nivel, en el año 2011. Al igual que en la categoría 1A2, destaca el hecho de que la naturaleza de fuente clave en el año 2011 depende del tipo de enfoque (Tier) utilizado, ya que como puede apreciarse en la tabla 3.1.3 la naturaleza clave sólo se produce cuando se utiliza el Tier 2, pero no cuando se utiliza el Tier 1.
- Emisiones fugitivas – combustibles sólidos (1B1). Esta categoría es fuente clave por su nivel de emisiones de CH₄ en el año base, pero no constituye una fuente clave en 2010 con independencia del Tier utilizado. Asimismo, las emisiones de CH₄ constituyen una fuente clave por su tendencia en 2011 independientemente del Tier utilizado.
- Emisiones fugitivas – petróleo y gas natural (1B2). Esta categoría es una fuente clave por su nivel de emisiones de CO₂, tanto en el año base como en el año 2011, pero solamente cuando se aplica el Tier 1, ya que al utilizar el Tier 2 pierde su naturaleza clave en el año 2010.

Como síntesis de lo anterior se presenta a continuación la tabla 3.1.3 que recoge, para las categorías clave de este sector, la contribución de las emisiones al nivel y a la tendencia, el número de orden de la categoría en la relación de fuentes clave⁶, así como los valores absolutos en términos de CO₂-eq, referidos todos ellos al año 2011.

⁶ Orden determinado por la contribución de las emisiones de la categoría al nivel o a la tendencia.

Tabla 3.1.2.- Fuentes clave: contribución al nivel. Año base

Actividad IPCC		Gas	CO ₂ -eq (Gg)	Contribución al nivel		
Código	Descripción			Tier 1		
				%	Fuente clave	Nº orden
1A1	Combustión en el sector energía	N ₂ O	277	0,1	NO	45
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO ₂	57.778	20,3	SÍ	1
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO ₂	6.007	2,1	SÍ	13
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Gaseosos	CO ₂	437	0,2	NO	38
1A1b	Refino de petróleo - Líquidos	CO ₂	10.861	3,8	SÍ	9
1A1b	Refino de petróleo - Gaseosos	CO ₂	45	0,0	NO	58
1A1c	Transformación de combustibles. sólidos y otras industrias energéticas - Sólidos	CO ₂	1.847	0,6	SÍ	22
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO ₂	13.284	4,7	SÍ	6
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO ₂	24.693	8,7	SÍ	4
1A2	Combustión estacionaria en la industria– Gaseosos	CO ₂	8.494	3,0	SÍ	11
1A2	Combustión estacionaria en la industria	CH ₄	82	0,0	NO	53
1A2	Combustión estacionaria en la industria	N ₂ O	418	0,1	NO	40
1A3a2	Tráfico aéreo nacional	CO ₂	1.762	0,6	SÍ	24
1A3b	Transporte por carretera – Gasolina	CO ₂	26.033	9,1	SÍ	2
1A3b	Transporte por carretera – Gasóleo	CO ₂	25.089	8,8	SÍ	3
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO ₂	1.500	0,5	SÍ	26
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores - Sólidos	CO ₂	2.282	0,8	SÍ	21
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores - Líquidos	CO ₂	21.719	7,6	SÍ	5
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores - Gaseosos	CO ₂	1.319	0,5	NO	28
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores	CH ₄	817	0,3	NO	34
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores	N ₂ O	318	0,1	NO	43
1B1	Emisiones fugitivas – Combustibles sólidos	CH ₄	1.818	0,6	SÍ	23
1B2	Emisiones fugitivas – Petróleo y gas natural	CO ₂	1.656	0,6	SÍ	25

Tabla 3.1.3.- Fuentes clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2011

Actividad IPCC		Gas	CO ₂ -eq (Gg)	Contribución al nivel						Contribución a la tendencia					
				Tier 1			Tier 2			Tier 1			Tier 2		
Código	Descripción			%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden
1A1	Combustión en el sector energía	N ₂ O	599	0,2	NO	40	4,5	SÍ	5	0,1	NO	42	4,7	SÍ	5
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO ₂	42.684	12,2	SÍ	2	1,6	SÍ	14	13,3	SÍ	2	2,6	SÍ	10
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO ₂	7.540	2,2	SÍ	15	0,2	NO	39	0,1	NO	48	0,0	NO	69
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Gaseosos	CO ₂	21.074	6,0	SÍ	6	0,4	NO	29	9,6	SÍ	3	1,0	SÍ	20
1A1b	Refino de petróleo - Líquidos	CO ₂	8.914	2,5	SÍ	12	0,3	NO	33	2,1	SÍ	13	0,3	NO	34
1A1b	Refino de petróleo - Gaseosos	CO ₂	2.711	0,8	SÍ	22	0,1	NO	48	1,2	SÍ	18	0,2	NO	43
1A1c	Transformación de combustibles. sólidos y otras industrias energéticas - Sólidos	CO ₂	699	0,2	NO	36	0,0	NO	55	0,7	SÍ	23	0,2	NO	41
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO ₂	5.547	1,6	SÍ	18	0,7	NO	21	5,0	SÍ	6	3,5	SÍ	7
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO ₂	21.138	6,0	SÍ	5	2,0	SÍ	13	4,3	SÍ	8	2,1	SÍ	12
1A2	Combustión estacionaria en la industria– Gaseosos	CO ₂	30.019	8,6	SÍ	3	1,4	SÍ	15	9,2	SÍ	4	2,2	SÍ	11
1A2	Combustión estacionaria en la industria	CH ₄	531	0,2	NO	43	0,7	NO	23	0,2	NO	33	1,3	SÍ	15
1A2	Combustión estacionaria en la industria	N ₂ O	548	0,2	NO	41	4,1	SÍ	6	0,0	NO	60	0,6	NO	27
1A3a2	Tráfico aéreo nacional	CO ₂	3.338	1,0	SÍ	21	0,5	NO	27	0,5	SÍ	25	0,4	NO	30
1A3b	Transporte por carretera – Gasolina	CO ₂	15.846	4,5	SÍ	7	0,5	NO	26	7,6	SÍ	5	1,3	SÍ	16
1A3b	Transporte por carretera – Gasóleo	CO ₂	62.814	17,9	SÍ	1	3,1	SÍ	8	14,9	SÍ	1	3,8	SÍ	6
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO ₂	3.812	1,1	SÍ	19	2,6	SÍ	11	0,9	SÍ	19	3,3	SÍ	9
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores - Sólidos	CO ₂	865	0,2	NO	31	0,2	NO	36	0,9	SÍ	21	1,0	SÍ	19
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores - Líquidos	CO ₂	22.348	6,4	SÍ	4	3,1	SÍ	9	2,0	SÍ	14	1,5	SÍ	13
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores - Gaseosos	CO ₂	11.100	3,2	SÍ	9	0,5	NO	25	4,4	SÍ	7	1,1	SÍ	18
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores	CH ₄	718	0,2	NO	34	0,9	SÍ	19	0,1	NO	38	0,9	SÍ	22
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores	N ₂ O	354	0,1	NO	48	2,6	SÍ	10	0,0	NO	59	0,7	NO	24
1B1	Emisiones fugitivas – Combustibles sólidos	CH ₄	629	0,2	NO	38	0,2	NO	35	0,8	SÍ	22	1,3	SÍ	14
1B2	Emisiones fugitivas – Petróleo y gas natural	CO ₂	2.537	0,7	SÍ	23	0,6	NO	24	0,2	NO	32	0,3	NO	38

c) Explicación de la tendencia

Las emisiones de esta categoría están claramente dominadas por las provenientes de las actividades de combustión, ya que suponen entre el 98% y el 99% de la categoría, siendo las emisiones fugitivas totalmente marginales.

El principal grupo de actividades lo constituyen las industrias del sector energético (categoría 1A1, que incluye las centrales térmicas, refinerías de petróleo, transformación de combustibles), pues suponen entre el 27% y el 38% de las emisiones de la categoría. Dado su peso relativo, interesa distinguir dentro de este agregado por un lado la evolución de las centrales térmicas y por otro la industria del refino de petróleo, pues el sub-sector de transformación de combustibles tiene una ponderación muy reducida en el conjunto del grupo. En la tendencia de las emisiones de las centrales térmicas puede distinguirse a grandes rasgos tres sub-intervalos: el periodo 1990-1998 relativamente estable y con un crecimiento moderado; el periodo 1998-2007 con una tasa de crecimiento significativo en consonancia con los requerimientos de energía eléctrica motivados por el crecimiento económico; el periodo 2007-2010 en el que se produce un acentuado descenso de las emisiones como consecuencia del cambio de la distribución (mix) de combustibles en la producción de electricidad en las centrales térmicas con un descenso muy significativo de la participación del carbón, finalizando en 2011 con una apreciable subida de las emisiones motivada por un aumento relativo importante de la participación de las centrales térmicas de carbón. Sobre estas pautas generales de la tendencia las emisiones aparecen moduladas por picos y valles relativos cuya explicación se encuentra esencialmente en la influencia del año hidrológico en la producción de electricidad. Así, destacan como valles los años 1996, 2001, 2003 y 2006, y como picos relativos los años 1995, 2002 y 2005. El descenso en los años 2008-2010 viene esencialmente motivado por el hecho ya comentado del cambio de fuentes energéticas en la generación de electricidad, con el descenso relativo muy pronunciado de la producción de energía en las centrales convencionales de carbón, cayendo, adicionalmente, la participación de los combustibles fósiles en la generación de electricidad en los años 2009 y 2010, pero que vuelven sin embargo a aumentar en 2011. En cuanto a las refinerías de petróleo, la evolución de sus emisiones viene marcada esencialmente por el volumen de crudo refinado y adicionalmente por la expansión de las actividades de cogeneración dentro de esta industria y, en los últimos años, por la extensión de determinados procesos (plantas de producción de hidrógeno) intensivos en consumo de combustibles. En conjunto, para la categoría 1A1 las emisiones de CO₂-eq han experimentado un crecimiento superior al 11% si se compara el nivel de 2011 con respecto al del año 1990.

Por lo que respecta a la combustión industrial (categoría 1A2), puede apreciarse como las emisiones siguen en general la pauta tendencial y las fluctuaciones de la actividad económica del país, con un decrecimiento en el periodo 1990-1993, un periodo de fluctuación entre 1993 y 1997 con reconversiones sectoriales, un periodo de crecimiento posterior, con una inflexión a la baja en los años 2006 y 2007 que se acentúa en los años 2008 y 2009 como consecuencia del descenso del nivel de actividad económico del país, finalizando 2010 y 2011 con un nivel similar que representa un aumento de las emisiones como consecuencia, principalmente, de la recuperación del nivel de actividad en algunos sectores industriales entre los que destaca la industria siderúrgica. En la evolución de las

emisiones también ha jugado un papel importante la modificación de la mezcla de combustibles utilizados hacia composiciones con menos contenido de carbono por unidad energética. Las emisiones de CO₂-eq en esta categoría 1A2 experimentan una variación superior al 25% en el año 2011 con respecto al año 1990.

En cuanto a las actividades del transporte, con una contribución a las emisiones de la categoría que varía del 26% al 35% a lo largo del periodo analizado, destaca como absolutamente dominante el transporte por carretera, cuyas emisiones de CO₂-eq suponen entre el 91% y el 94% del transporte en el periodo inventariado, y que presenta tasas de crecimiento interanual elevadas, excepción hecha del pequeño descenso en el año 1993, la práctica estabilidad de los años 1995 y 1997, y los pronunciados descensos de los años 2008-2011 imputables a la recesión económica. A gran distancia del transporte por carretera se sitúa el tráfico aéreo (entre el 3,0% y el 4,2% de las emisiones de CO₂-eq del transporte), en el que se observa un crecimiento sostenido hasta el año 2007, excepción hecha de los descensos relativos que se producen en los años 1993 y 2002, observándose en los cuatro últimos años (2008-2011) descensos consecutivos imputables, al igual que en el transporte por carretera, a la atonía de la actividad económica. Por último el transporte marítimo, partiendo de una posición de poco peso en el conjunto del transporte (entre el 1,7% y el 4,4% a lo largo del periodo inventariado), evidencia a partir del año 1998 un crecimiento sostenido. Otros modos de transporte (ferrocarril, tubería, etc.) tienen una contribución marginal. En conjunto las emisiones de CO₂-eq en las actividades del transporte presentan un incremento por encima del 56% en el año 2011 con respecto al año 1990.

Por lo que se refiere a la combustión en “Otros sectores” (categoría 1A4, donde se incluye la combustión en los sectores residencial, comercial e institucional, así como el uso de combustibles en maquinaria agro-forestal y en la flota pesquera), puede distinguirse el periodo 1990-1997 de relativa estabilidad o moderado crecimiento, y el periodo 1997-2005 de crecimiento sostenido, al que sigue el año 2006 con una inflexión a la baja, y de un nivel relativamente estable hasta el año 2010, finalizando en 2011 con una reducción adicional atribuible al menor consumo de combustibles propiciado por unas condiciones climáticas favorables así como por un descenso en el nivel de actividad en el sector servicios. Parte de este perfil está motivado por una evolución del nivel de actividad y renta económica pero con picos y valles menos acentuados que los que se presentan en la combustión industrial, y que están más relacionados con las condiciones climatológicas de inviernos más o menos rigurosos. La contribución a las emisiones de esta categoría oscila entre el 11% y el 15% a lo largo del periodo analizado, con una variación de las emisiones de CO₂-eq entre el año 2011 y el año 1990 del 33,8%.

d) Programa de garantía de calidad

Como ya se ha mencionado en el epígrafe 1.6.5 del capítulo 1, a lo largo de los años se han realizado una serie de trabajos de garantía de calidad, que se han orientado en gran medida al sector Energía. Entre ellos, cabe destacar el acometido inicialmente por el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Durante el año 2012, se ha abordado un estudio en el ámbito de la Comisión Europea, “Revisión 2012 ESD por Comisión UE”, y otro adicional con ISPRAmbiente, que está en fase de elaboración de informe. Este último estudio, se ha focalizado a tres grupos de actividades de gran

relevancia para el sector Energía: Industrias de la energía, Transporte por carretera y Otros modos de transporte y maquinaria móvil.

En los epígrafes restantes de este capítulo se examinan las actividades (según categoría IPCC) o conjunto de actividades (combinación de más de una categoría IPCC) del sector de la energía, habiendo tenido en cuenta para esta agrupación la identificación previamente reseñada de fuentes clave. En algunos casos se han agrupado dos o más fuentes clave por conveniencia de la exposición y, en todo caso, se hace también en el epígrafe final una presentación más resumida de las fuentes no claves del sector.

3.2.- Producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a)

3.2.1.- Descripción de la actividad

Se integran aquí las plantas de generación de electricidad y calor de servicio público, que suponen una de las contribuciones principales a las emisiones del conjunto del inventario. Nótese que se incluyen aquí junto a las centrales térmicas convencionales las plantas de incineración, los vertederos de residuos urbanos y las plantas de biometanización en los que se realiza valorización energética (producción de electricidad)

En las centrales térmicas dominan mayoritariamente las instalaciones de calderas, y, entre éstas, aquéllas con potencia superior a los 300 MWt. Además de las calderas son significativas las instalaciones de motores y turbinas de gas.

En la tabla 3.2.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible, siendo el CO₂ el gas que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 3.2.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones de los tres gases (CO₂, CH₄ y N₂O) en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía. En dichas tablas no figuran las emisiones de CO₂ originadas por la quema de biomasa ya que de acuerdo con la metodología IPCC no deben computarse en el inventario, aunque sí han sido estimadas pro-memoria y reflejadas como tales en el CRF Reporter.

Tabla 3.2.1.- Emisiones (Cifras en Gg)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO₂									
Líquidos	6.007	7.877	11.097	12.965	9.702	9.343	8.863	8.497	7.540
Sólidos	57.778	63.240	75.376	75.996	71.085	46.674	34.857	24.534	42.684
Gaseosos	437	161	2.654	20.530	25.969	33.942	30.547	24.924	21.074
Biomasa									
Otros	110	203	389	725	854	916	964	936	972
Total	64.331	71.481	89.516	110.217	107.610	90.875	75.231	58.891	72.270
CH₄									
Líquidos	0,10	0,13	0,17	0,32	0,31	0,30	0,29	0,29	0,25
Sólidos	0,35	0,39	0,46	0,47	0,44	0,28	0,21	0,15	0,26
Gaseosos	0,00	0,00	0,05	1,36	1,86	2,39	2,10	1,72	1,41
Biomasa	0,00	0,14	0,68	2,72	3,02	3,09	3,24	3,46	3,54
Otros	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	0,45	0,67	1,36	4,88	5,63	6,07	5,85	5,62	5,46
N₂O									
Líquidos	0,12	0,16	0,22	0,28	0,21	0,21	0,20	0,19	0,17
Sólidos	0,47	1,21	1,25	1,13	0,99	0,79	0,69	0,62	0,68
Gaseosos	0,01	0,00	0,04	0,45	0,58	0,78	0,73	0,56	0,52
Biomasa	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03
Otros	0,04	0,07	0,13	0,18	0,19	0,20	0,20	0,19	0,21
Total	0,64	1,44	1,64	2,04	1,99	2,00	1,82	1,59	1,61

Tabla 3.2.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	64.538	71.943	90.055	110.951	108.346	91.621	75.920	59.501	72.885
Índice CO ₂ -eq	100,0	111,5	139,5	171,9	167,9	142,0	117,6	92,2	112,9
% CO ₂ -eq sobre total inventario	22,82	23,01	23,78	25,63	25,08	22,97	20,93	17,07	20,80
% CO ₂ -eq sobre energía	30,60	30,03	31,14	32,05	31,67	29,11	26,81	22,35	26,82

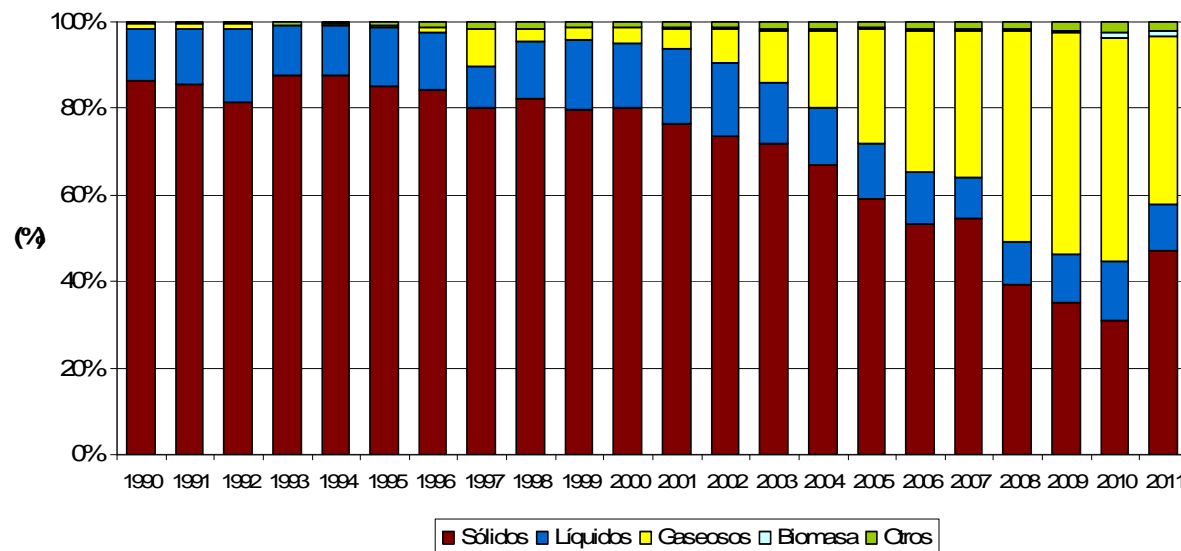
3.2.2.- Metodología

En la tabla 3.2.3 se muestra la variable de actividad, consumo de combustibles, expresada en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}). Esta es una información derivada calculada a partir del consumo en unidades físicas (toneladas o m³N) y los correspondientes poderes caloríficos. La información sobre consumo y características de los combustibles obtenida vía cuestionario individualizado de las centrales térmicas, recoge la composición de los mismos, y entre sus características, además del parámetro PCI ya citado, los contenidos de carbono, azufre, cenizas, etc., determinados mediante analíticas con cuyos resultados se obtienen los valores medios anuales de dichos parámetros. En cuanto a las incineradoras y vertederos de residuos urbanos, las plantas de biometanización, y a las incineradoras de residuos industriales que realizan valorización energética de los residuos o del biogás captado, la información sobre las cantidades de residuos y de biogás quemados ha sido recabada asimismo mediante cuestionario individualizado a cada una de las plantas incineradoras, plantas de biometanización y a los grandes vertederos, solicitándose asimismo en dicho cuestionario la composición de los residuos y del biogás, así como otros parámetros requeridos para la aplicación de los algoritmos de estimación de las emisiones.

Tabla 3.2.3.- Consumo de combustibles (Cifras en TJ_{PCI})

Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Líquidos	79.772	103.435	141.391	170.289	127.096	123.132	116.354	111.735	98.631
Gasóleo	6.947	9.307	11.447	43.483	50.157	47.862	45.938	44.455	37.440
Fuelóleo	72.825	94.128	129.944	126.747	76.811	75.043	69.141	67.243	60.869
GLP					95	196	0	0	0
Coque de petróleo							1.239		280
Otros comb. líquidos				59	33	30	35	37	43
Sólidos	581.243	645.835	765.112	784.685	731.177	481.847	362.213	254.614	438.695
Hulla y antracita	401.954	460.387	624.655	654.802	612.620	429.216	324.683	224.629	382.261
Lignito negro	53.162	104.118	55.613	49.109	43.500	33.391	19.823	13.604	39.542
Lignito pardo	114.539	75.380	65.701	61.976	56.385	1.748			
Coque									
Briquetas de lignito	5.860								
Gas de coquería	944	591	2.947	2.410	1.834	1.129	1.083	530	325
Gas de horno alto	4.784	5.359	10.127	9.922	10.099	9.653	7.824	7.672	8.696
Otros carbones y derivados			6.069	6.466	6.739	6.712	8.800	8.179	7.871
Gaseosos	7.337	2.841	34.108	351.403	450.787	593.893	527.854	428.197	359.695
Gas natural	7.337	2.841	34.108	351.403	450.787	593.893	527.854	428.197	359.695
Biomasa	4	260	1.218	6.144	6.142	6.877	6.713	9.598	9.757
Madera/Res. madera			3	352	266	357	301	885	887
Otra biomasa sólida				1.080	612	1.180	747	2.777	2.777
Biogás	4	260	1.214	4.712	5.264	5.340	5.665	5.937	6.094
Otros	3.103	5.708	11.741	18.568	20.539	20.392	19.392	19.366	20.981
R.U.	3.103	5.708	11.741	15.598	18.532	18.568	17.823	17.426	19.119
Residuos industriales				2.969	2.007	1.824	1.569	1.939	1.862
Total	671.459	758.079	953.569	1.331.090	1.335.742	1.226.141	1.032.527	823.510	927.759

Por lo que se refiere a los combustibles se evidencia un claro predominio de los sólidos (carbones nacionales y de importación), y por clases de combustible las hullas y antracitas seguidas del lignito pardo y del carbón sub-bituminoso, y en menor medida de los gases derivados (gas de coquería y de horno alto) de combustibles sólidos primarios, si bien en los años 2008-2010 la caída significativa que se produce en el consumo de carbones conjuntamente con el incremento del consumo del gas natural (especialmente significativo en 2008) hace que este combustible pase a ser el predominante en dichos años. Finalmente, el notable incremento del consumo de carbón en 2011, que tiene su contrapartida en un descenso en el consumo de gas natural, hace que en este año el carbón vuelva a ser el principal combustible utilizado en la generación de electricidad. Entre los combustibles líquidos el principal consumo corresponde al fuelóleo con una aportación complementaria de gasóleo, si bien a partir de 2006 se observa un descenso apreciable en el consumo de fuelóleo como consecuencia del cese de actividad de instalaciones que utilizaban este combustible. En cuanto a los combustibles gaseosos, se evidencia el incremento del consumo de gas natural, especialmente a partir del año 2002, como consecuencia de la entrada en funcionamiento de las nuevas centrales térmicas de ciclo combinado que usan mayoritariamente este combustible, destacando el descenso ya mencionado que se produce en el año 2011. Finalmente, en el grupo de otros combustibles se incluye el consumo debido al uso de residuos urbanos y de residuos industriales en las incineradoras, mientras que para la biomasa el principal combustible corresponde al biogás en los vertederos y las plantas de biometanización que valorizan tales residuos y biogás. En la figura 3.2.1 se muestra la distribución de los consumos en términos de energía por tipo de combustible a lo largo del periodo inventariado.

Figura 3.2.1.- Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI} 

Para la estimación de las emisiones de CO_2 se da preferencia al procedimiento de cálculo que parte del contenido de carbono de cada combustible utilizado, y se complementa el cálculo estequiométrico elevado a masa de CO_2 con la inclusión del factor de oxidación. En concreto se aplica el siguiente algoritmo de estimación:

$$FE_{CO_2} [kg / GJ] = \frac{44}{12} \cdot C_{comb} \cdot \varepsilon \cdot \frac{1}{H_U} \cdot 10^3 \quad [3.2.1]$$

donde

FE_{CO_2} : factor de emisión especificado

C_{comb} : ratio de carbono en el combustible (kg de C/kg de combustible)

ε : fracción de carbono oxidado

H_U : el poder calorífico inferior (en MJ por kg de combustible).

Los valores de C_{comb} y de H_U deben ser tomados como específicos para cada tipo de combustible utilizado. Los valores por defecto para la fracción de carbono oxidado (ε) son, de acuerdo con el Manual de Referencia 1996 IPCC, de:

Combustibles sólidos: 0,980

Combustibles líquidos: 0,990

Combustibles gaseosos: 0,995

En el caso de que no se haya podido disponer de las características específicas de los combustibles (en particular en lo que se refiere al contenido de carbono) se han utilizado factores de emisión por defecto a partir de características estándares de los combustibles.

Para la estimación de las emisiones de CO₂ (pro-memoria) de la biomasa se han aplicado factores de emisión deducidos a partir de los contenidos de carbono por defecto propuestos que figuran en el Manual de Referencia 1996 IPCC.

No obstante, debe mencionarse que para los primeros años de la serie (1990-1993) no estaba implantada la recogida de información vía cuestionario individualizado, por lo que la estimación de las emisiones de CO₂ no se ha realizado para dichos años utilizando el algoritmo anteriormente descrito, al no poderse disponer de la composición (análisis elemental) de los combustibles utilizados en cada central térmica. Es por ello por lo que hubo de recurrirse a las emisiones facilitadas para las grandes instalaciones de combustión por la Oficina de Compensaciones de la Energía Eléctrica (OFICO)⁷, las cuales, sin embargo, no presentaban el desglose requerido por tipo de combustible. Para realizar la distribución de las emisiones de CO₂ facilitadas de cada central térmica entre los diferentes combustibles utilizados se calcula la emisión que se obtiene utilizando factores de emisión por defecto, y aplicando los correspondientes porcentajes de emisión así determinados a la emisión facilitada por OFICO. Dado que los factores de emisión por defecto utilizados difieren de los que se obtendrían si se dispusiera del análisis elemental de los combustibles, se producen en algunos casos divergencias que afectan a los factores de emisión implícitos que se obtienen finalmente, si bien se considera que las emisiones facilitadas por OFICO tienen un alto grado de fiabilidad.

Para la estimación de las emisiones de CH₄ se aplican factores de las guías metodológicas de EMEP/CORINAIR sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI, con la excepción del gas natural en los motores estacionarios, para los cuales se ha utilizado un factor de emisión facilitado por los principales proveedores de este tipo de instalaciones. En cuanto a las emisiones de N₂O, se aplican los factores seleccionados de las diferentes guías metodológicas (EMEP/CORINAIR, IPCC) así como de fuentes sectoriales e institucionales (API, CITEPA) igualmente sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI. Este mismo procedimiento se sigue para la estimación de otros contaminantes considerados en el CRF (COVNM y CO), mientras que para el SO₂ y el NO_x se da preferencia a las emisiones medidas que facilitan las plantas.

En las tablas 3.2.4 a 3.2.6 se presentan los factores de emisión por tipo de instalación utilizados en la estimación de las emisiones, si bien en el caso del CO₂ los factores indicados son aquellos que se utilizan por defecto cuando no se dispone de las características específicas del combustible.

⁷ Esta entidad, hoy ya desaparecida, facilitó datos de variables de actividad hasta el año 1994, así como de emisiones de CO₂ hasta el año 1996.

Tabla 3.2.4.- Factores de emisión. Calderas

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gasóleo	73	0,03	0,7
Fuelóleo	76	0,7	1,5
G.L.P.	63,6	0,9	2,5
Coque de petróleo	98,3	0,3	2,5
Otros comb. líquidos	73 (1) 91,9-93,3 (2) (5)	0,7 (3)	1,5 (3)
Hulla y antracita	101	0,6	0,8 96 (4)
Lignito negro	99,42	0,6	0,8 96 (4)
Lignito pardo	100, 2	0,6	0,8
Coque	99,8	1,3	3
Briquetas de lignito	98	0,6	0,8
Gas de coquería	37,5 – 46,2 (5)	2,5	1,75
Gas de horno alto	266,8 – 279,9 (5)	0,3	1,75
Gas natural	55-56 (6)	0,1	0,9
Madera/Res. de madera	110	32	4
Residuos agrícolas	110	32	4
Biogás	112	2,5	1,75
Residuos industriales (7)	64,4-75,3 (5)	2,9	1,4
Residuos industriales (8)	37,4-51,4 (5)	2,5	1,75

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, tabla 27 y capítulo 112, tabla 7.

Manual de Referencia 1996 IPCC, tabla 1-1, para el CO₂ de la biomasa

API Compendium para el N₂O del fuelóleo, del gasóleo y del gas natural ("*Uncontrolled boilers and heaters*")

CITEPA, para el N₂O del coque, coque de petróleo, G.L.P., gas de coquería, gas de horno alto y biogás.

Manual de referencia 1996 IPCC, tabla 1-15, para el N₂O de la hulla y lignito negro en el caso de combustión en lecho fluido.

Manual de referencia 1996 IPCC, tabla 1-8, para el N₂O de la madera, residuos de madera y residuos agrícolas.

- (1) Aceite usado.
- (2) El factor de emisión corresponde a un combustible residual de la industria química, compuesto básicamente de benceno, tolueno, p-xileno, undecano y otros componentes pesados. Este factor de emisión ha sido obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de este combustible.
- (3) Asimilado al factor de emisión del fuelóleo
- (4) Combustión en lecho fluido
- (5) El rango de factores de CO₂ indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado.
- (6) Años 1990 y 1991: 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.
- (7) Se trata de goma triturada. El rango de factores de CO₂ se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas en el periodo inventariado.
- (8) Se contempla aquí el caso de un gas residual de la industria química (procedente de la deshidrogenación del propano en el proceso de fabricación de propileno), habiéndose asimilado los factores de emisión para el CH₄ y el N₂O a los de un gas de coquería por su contenido en hidrógeno y metano. En el caso del CO₂ el factor se ha obtenido por balance de masas a partir de las características específicas facilitadas (contenido de carbono, PCI) del gas en cuestión.

Tabla 3.2.5.- Factores de emisión. Turbinas de gas

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gasóleo	73	4	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	4	1,3
Otros comb. gaseosos (2)	115,9 – 126,3	3	2,5
Residuos industriales (3)	37,4-51,4	2,5	1,75

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, tabla 27 y capítulo 112, tabla 7.

API Compendium para el N₂O del gas natural ("*Uncontrolled turbines*") y del gasóleo, asimilando en este caso el factor de emisión al de los motores estacionarios.

CITEPA, para el N₂O del fuelóleo y de otros combustibles gaseosos.

- (1) Años 1990 y 1991 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.
- (2) Se trata de gas sintético obtenido como resultado del proceso de gasificación de carbón. Para el CO₂ se muestra el rango de variación a lo largo del periodo inventariado. Para el CH₄, el factor de emisión aplicado por el Equipo de Trabajo del inventario se ha asimilado al del gas natural, utilizando un valor intermedio dentro del rango propuesto por el Libro Guía EMEP/CORINAIR para dicho combustible (2,5 – 4 g/GJ).
- (3) Bajo el combustible residuos industriales se ha recogido un gas residual de la industria química (procedente de la deshidrogenación del propano en el proceso de fabricación de propileno), habiéndose asimilado los factores de emisión para el CH₄ y el N₂O a los de un gas de coquería por su contenido en hidrógeno y metano. En el caso del CO₂ el factor se ha obtenido por balance de masas a partir de las características específicas facilitadas (contenido de carbono, PCI) del gas en cuestión, presentándose el rango de variación a lo largo del periodo inventariado.

Tabla 3.2.6.- Factores de emisión. Motores estacionarios

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,5 (Gasóleo) 3,5 (Diesel)	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
G.L.P	63,6	1 (2)	2,5
Gas natural	55-56 (1)	316	1,3

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, tabla 27 y capítulo 112, tabla 7.

Factor de emisión facilitado por los principales proveedores de motores estacionarios para el CH₄ del gas natural.

API Compendium para el N₂O del gasóleo ("*Large bore diesel engine*")

CITEPA, para el N₂O del fuelóleo y de los G.L.P.

- (1) Años 1990 y 1991: 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.
- (2) Asimilado al factor de emisión de turbinas de gas para este combustible.

Por lo que a las incineradoras de residuos urbanos (RU) se refiere, los factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero se han tomado de las tablas A1.1 a A1.6 del Anexo I del capítulo B-921 del Libro Guía EMEP/CORINAIR Tercera Edición. En el caso de los COV se ha asumido un 95% de COVNM y un 5% de CH₄. Para el CO₂ se ha asumido un factor de emisión por defecto, cuando no se ha podido disponer de la composición y características (contenido de carbono) de los residuos incinerados, de 324 kg/tonelada de residuo, calculado con los supuestos de que un 36% de dicho CO₂ es de origen fósil y un 64% de origen biogénico, y considerando que el factor global de CO₂ (fósil + biogénico) por tonelada de residuo es de 900 kg/tonelada. Los valores indicados para el CO₂ han sido derivados por el equipo de trabajo de los inventarios a partir de datos de composición de los residuos. Sin embargo, en aquellas plantas incineradoras en las que se ha dispuesto de información sobre la

composición de los residuos y el contenido de carbono de origen fósil de cada componente, se ha obtenido la emisión de CO₂ mediante balance de masas a partir de esta información⁸.

En la tabla 3.2.7 se presentan los factores de emisión por defecto utilizados en la estimación de las emisiones. Cabe mencionar que en algún caso en particular se ha dispuesto de emisiones medidas en chimenea de CH₄ y de CO₂, si bien en este último caso debe tenerse en consideración que de acuerdo con la metodología de IPCC sólo debe computarse la parte de origen fósil de dichas emisiones.

Tabla 3.2.7.- Incineración de R. U. Factores de emisión

	CO ₂ (t/t)	CH ₄ (kg/t)	N ₂ O (kg/t)
RU	0,324	0,001	0,1

Para las plantas de incineración de residuos industriales con valorización energética, la estimación de las emisiones de CO₂ se ha realizado mediante balance de masas utilizando la información correspondiente facilitada para los años 2006-2011, vía cuestionario individualizado, sobre la composición de los residuos incinerados. Tomando como referencia dichas composiciones, y asignando a cada componente la fracción de carbono de origen fósil correspondiente, se ha obtenido la fracción fósil (media ponderada) por unidad de masa de residuo incinerado⁹. Las emisiones de CH₄ se han calculado a partir de las emisiones medidas de COVNM, cuando se ha dispuesto de estas medidas, y asumiendo (al igual que en los residuos urbanos) que dichas emisiones de COVNM suponen el 95% de las emisiones totales de COV, y que por tanto el CH₄ sería el 5% restante; en caso de no disponer de dichas medidas, se ha utilizado un factor de emisión por defecto derivado del indicado para COVNM en el Libro Guía EMEP/EEA 2009, y aplicando el supuesto anterior de composición del total COV¹⁰. Por último, para el N₂O no se ha podido realizar la estimación de las emisiones dado que no se ha podido disponer de factores de emisión específicos para esta actividad en las guías metodológicas.

En la tabla 3.2.8 se presentan los factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones de la incineración de residuos industriales. En el caso del CH₄ se muestra el rango de variación de los factores de emisión que se obtiene a partir de las medidas facilitadas durante el periodo inventariado.

⁸ En aquellas plantas incineradoras que han facilitado la información mencionada, se ha aplicado el factor de emisión implícito de CO₂ del primer año en que estaba disponible dicha información a las toneladas de residuos incinerados en los años precedentes.

⁹ Para el periodo 2001-2007 se ha utilizado en una de las plantas incineradoras la composición de los residuos del año 2008, y por tanto, el mismo factor de emisión de CO₂ por masa de residuo incinerado obtenido para este año.

¹⁰ El Libro Guía EMEP/EEA 2009, capítulo 6.c.b, indica en la tabla 3-2 un factor de emisión de 7.400 g COVNM/t de residuo incinerado, de donde se deduce, aplicando los supuestos mencionados, un factor de emisión por defecto de 389 g CH₄/t de residuo incinerado.

Tabla 3.2.8.- Incineración de residuos industriales. Factores de emisión

	CO ₂ (t/t)	CH ₄ (g/t)	N ₂ O (g/t)
Residuos industriales	0,630 – 1,326	0,143 – 0,479 ⁽¹⁾ 389 ⁽²⁾	

(1) Factores de emisión obtenidos a partir de las emisiones medidas de COVNM.

(2) Factor de emisión por defecto (véase nota 10).

En cuanto a las emisiones de contaminantes procedentes de la quema de metano en la captación del biogás en vertederos gestionados y en plantas de biometanización, se han calculado multiplicando las toneladas de metano quemado por los factores de emisión, sobre toneladas de metano quemado, correspondientes a calderas, motores o turbinas (véase la tabla 3.2.9). Para el CH₄ los factores de emisión se han derivado de la información sobre porcentajes de eficiencia en la quema de hidrocarburos tomados de EPA AP-42 5ª Ed, tabla 2.4-3 del epígrafe 2.4 “Municipal Solid Waste Landfill”, asumiendo que los complementos a la unidad de las eficiencias en la quema constituirían las fracciones de fuga del metano; mientras que para el N₂O el factor ha sido derivado por el equipo de trabajo del inventario a partir del factor de 1,75 g N₂O/GJ_{PCI} del biogás referido en la publicación “Facteurs d’émission du protoxide d’azote pour les installations de combustion et les procédés industriels” del CITEPA.

Tabla 3.2.9.- Vertederos gestionados y plantas de biometanización con captación de biogás. Factores de emisión

	Calderas	Motores	Turbinas	Unidad
CH ₄	20.000	28.000	56.000	g CH ₄ /t CH ₄
N ₂ O	90	90	90	g N ₂ O/t CH ₄

3.2.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Las cinco clases de combustibles consideradas en esta categoría corresponden a combustibles sólidos, líquidos, gaseosos, biomasa y otros combustibles, y de estos los tres primeros son los que tienen una relevancia significativa en las emisiones de CO₂, pues con respecto a este gas las emisiones de cada una de esas tres clases de combustible por separado constituye una fuente clave del inventario.

Para las variables de actividad, y tras las consultas con representantes de las principales empresas de generación de electricidad, se han llegado a cifrar las incertidumbres de los consumos (masa) de combustibles en un 2% para los sólidos, 1,5% para los líquidos y 1,75% para los gaseosos.

La incertidumbre de los factores de emisión está determinada a su vez por las correspondientes al contenido de carbono en el combustible (masa de carbono / masa de combustible) y al factor de oxidación de carbono a CO₂. Como resultado de la combinación de estas incertidumbres se estima que la correspondiente a los factores de emisión se sitúa en torno al 4% para los combustibles sólidos, al 2% para los líquidos y al 1,5% para los gaseosos.

Las variables de actividad y los factores de emisión se consideran que tienen en general un alto grado de coherencia temporal, al provenir la información directamente de las propias centrales de generación eléctrica. Sin embargo, debe mencionarse que para los primeros años de la serie (1990-1993), al no estar implantada la recogida de información vía cuestionario individualizado, hubo de recurrirse a las estadísticas facilitadas por la Oficina de Compensaciones de la Energía Eléctrica (OFICO), que se considera una fuente de alta fiabilidad y que ha posibilitado un enlace homogéneo de las series de variables de actividad y de emisiones.

3.2.4.- Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría debe destacarse el seguimiento que se realiza de las características de los combustibles utilizados en las centrales térmicas, con especial hincapié en las características de los carbones debido a la gran variabilidad de las mismas y a su incidencia en las emisiones de CO₂. A partir de la información facilitada se contrastan los valores correspondientes al análisis elemental comprobando que la suma de los componentes de dicho análisis es igual a 100. En el caso de producirse carencias en dicha información o presentarse valores atípicos se investiga con las propias plantas las causas de las anomalías con el fin de obtener las necesarias correcciones o justificaciones de los parámetros correspondientes. En la tabla 3.2.10 se presenta el modelo de solicitud de información relativo a las características de los combustibles utilizados en las centrales térmicas.

Tabla 3.2.10.- Información solicitada sobre características de combustibles

					ANÁLISIS ELEMENTAL BASE SECA (% en masa)							Suma
COMBUSTIBLE	PCI		PHI	H ₂ O	CARBONO	H	AZUFRE		N	O	CENIZAS	análisis element.
	kcal/kg	GJ/t					%	S/N				

PHI: Coeficiente de retención de azufre en escorias y cenizas.

Azufre: "S/N" Indicar si en el porcentaje de azufre se incluye o no el retenido en cenizas.

Asimismo, y dada la penetración que en los últimos años han tenido dentro del sector de generación de electricidad las instalaciones de ciclo combinado, se solicita a las centrales térmicas las composiciones molares del gas natural en cada planta, combustible utilizado mayoritariamente en este tipo de instalaciones. A partir de dichas composiciones, se obtiene el contenido de carbono y la densidad del gas, lo que permite verificar los datos facilitados con los valores estándar de las características del gas.

Otra verificación adicional que se realiza, en este caso concerniente a la variable de actividad, es el contraste de los consumos facilitados por las propias centrales térmicas con las diferentes estadísticas sectoriales existentes. Esta comparación permite detectar posibles errores u omisiones de los consumos de combustibles facilitados, investigándose con las centrales o con los responsables de las estadísticas sectoriales las discrepancias que puedan presentarse. Asimismo, se ha realizado la verificación de la homogeneidad por

centrales (e incluso por instalación) del ratio de energía eléctrica producida (bornes de alternador) con respecto a la energía input térmica (en términos de poder calorífico inferior) consumida por la central (o instalación). Este control, que se considera de gran interés, fue también recomendado por el programa de garantía de calidad del inventario, y en particular del sector energía, desarrollado por el CIEMAT, y ha permitido detectar y corregir determinados valores atípicos del consumo de combustibles.

Por otra parte, se ha realizado el contraste de las emisiones de CO₂ de las centrales térmicas con la información disponible de emisiones certificadas para las plantas que utilizan el instrumento de Comercio de Derechos de Emisión, permitiendo detectar valores anómalos en la información facilitada vía cuestionario, los cuales han sido objeto de análisis y modificación en los casos de confirmación de error.

3.2.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se describen los principales cambios realizados en esta categoría de actividad con respecto a las estimaciones dadas en la edición anterior.

- Para los años 2009 y 2010 se ha revisado el factor de oxidación del carbón consumido en una central térmica, tras haberse detectado la utilización de un valor incorrecto de dicho parámetro en la estimación de las emisiones de CO₂ de este combustible.
- Asimismo, se ha revisado el factor de oxidación del gasóleo consumido en 2007 y 2008 como combustible auxiliar en otra central térmica, tras haberse detectado la utilización de un valor incorrecto de dicho parámetro en la estimación de las emisiones de CO₂ de este combustible.
- Para los años 2008-2010 se han revisado las características (poder calorífico inferior, contenido de carbono) del gas de coquería quemado en una central térmica. Adicionalmente, en esta misma central térmica, se ha revisado para el año 2010 la estimación de las emisiones de CO₂ correspondientes al uso de gasóleo como combustible auxiliar tras haberse detectado la introducción incorrecta del consumo de este combustible en la base de datos.
- Asimismo, para el año 2010 se han revisado las características (poder calorífico inferior, contenido de carbono) del fuelóleo consumido en una central térmica, con el fin de corregir el valor atípico que se obtenía en esta central en el factor de emisión implícito de CO₂ para dicho combustible.
- Se ha revisado la estimación de las emisiones de CO₂ en dos centrales térmicas de ciclo combinado (una de ellas para el año 2007 y la otra para los años 2008-2010), tras haberse detectado la omisión de las emisiones correspondientes al consumo auxiliar de gasóleo en dichas centrales.
- Para 2010 se ha revisado la información sobre consumo de combustibles de las plantas productoras de electricidad de menor potencia que operan en régimen ordinario, según los datos aparecidos en el Anexo V de la Estadística de la Energía

Eléctrica (elaborada por el MINETUR), los cuales no se encontraban disponibles en la edición previa del inventario.

- Se ha revisado la fracción fósil de carbono de los residuos de los residuos incinerados en 2009 en una planta de incineración de residuos urbanos.
- Se ha incluido por primera vez en la presente edición del inventario la estimación de las emisiones de una planta de incineración de residuos industriales con valorización energética. Esta modificación afecta a las emisiones de esta categoría desde el año 2006.
- Para los años 2002-2010 se han revisado las cantidades de biogás y de combustibles auxiliares (gasóleo, GLP y gas natural) quemados en instalaciones ubicadas en plantas de biometanización que realizan valorización energética, tras haberse detectado la introducción incorrecta de estos consumos en la base de datos.
- Se ha revisado para el periodo 2002-2010 las cantidades de quemadas en instalaciones ubicadas en vertederos que realizan valorización energética de ese biogás, de acuerdo con la información actualizada facilitada mediante cuestionario individualizado por los propios vertederos.

En la figura 3.2.2 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO₂-eq entre los resultados de la edición actual con los resultados de la edición anterior, mientras que en la figura 3.2.3 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO₂-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados oscila entre el -0,07% del año 2010 (-42 Gg de CO₂-eq) y el 0,01% del año 2009 (7 Gg de CO₂-eq).

Figura 3.2.2.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012

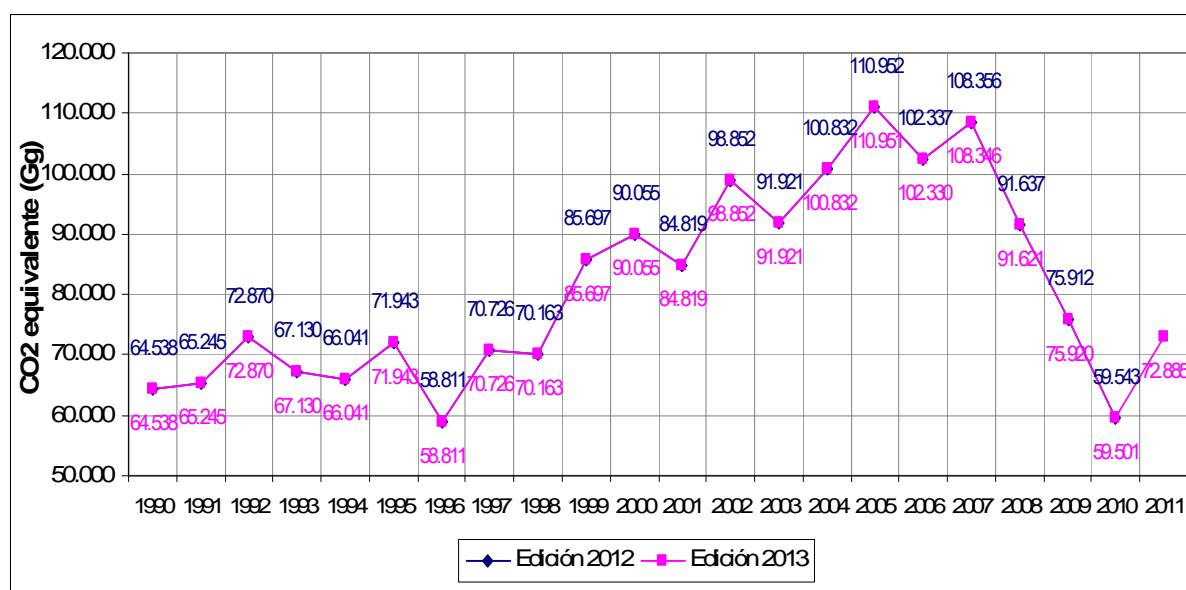
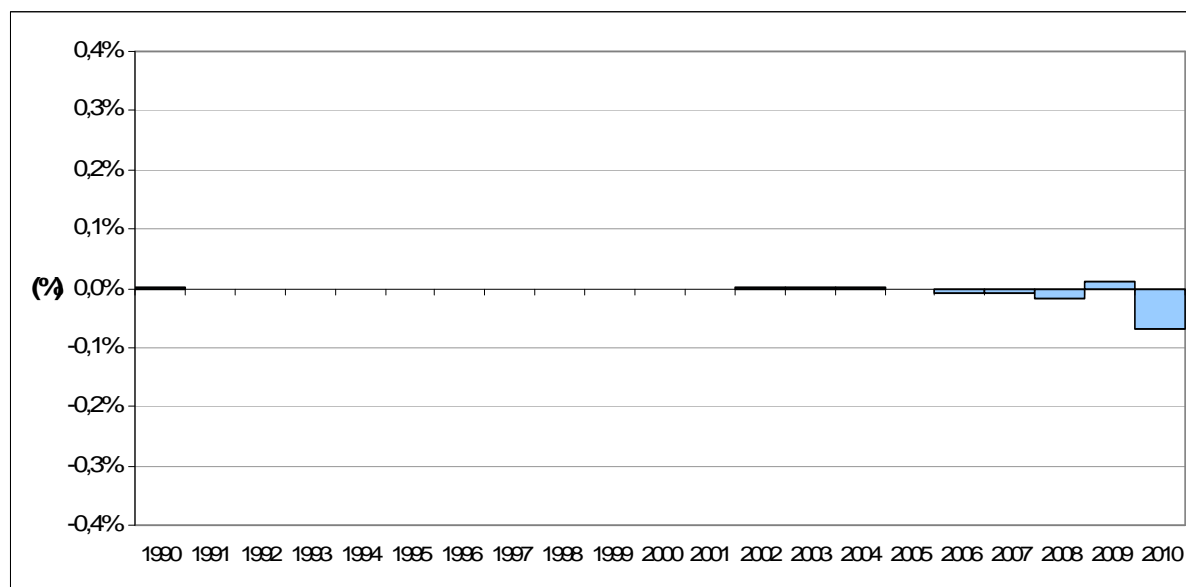


Figura 3.2.3.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012

3.2.6.- Planes de mejora

Dada la importancia de este sector, se continuará con el control de las características de los combustibles para determinar con mayor precisión los eventuales valores atípicos reportados por algunas centrales. Se prevé también continuar y extender en su caso el análisis individualizado de grandes vertederos y en especial de los que realizan valoración del biogás captado, así como de las plantas de biometanización.

Por otro lado, se prevé continuar con la contrastación de los factores de emisión por defecto utilizados en la distribución de las emisiones de CO₂ facilitadas por OFICO para las centrales térmicas (véase epígrafe 3.2.2) que estuvieran originando factores de emisión implícitos atípicos.

3.3.- Refinerías de petróleo (1A1b)

3.3.1.- Descripción de la actividad

Del conjunto de actividades de las refinerías se recogen aquí las correspondientes a los procesos de combustión. Entre las instalaciones en que se realizan estos procesos se distinguen las calderas, las turbinas de gas, los motores estacionarios y los hornos de proceso sin contacto. Los tres primeros tipos de instalaciones tienen como finalidad la generación de electricidad, vapor o calor de acuerdo con los requerimientos de las plantas de refino, y no presentan ninguna particularidad especial con respecto a las instalaciones de este tipo que puede haber en otros sectores. Sí son sin embargo específicos de este sector los hornos de proceso, donde tienen lugar una serie de reacciones físico-químicas sobre el crudo, tales como destilación, reformado catalítico, hidrotratamiento, craqueo catalítico,

alquilación, hidrocrackeo, etc., que dan lugar a las diversas fracciones de crudo o productos petrolíferos correspondientes. En estos hornos no se produce contacto de la llama o gases de la combustión con el crudo o sus fracciones resultantes. Debe mencionarse que las emisiones que estos hornos pudieran generar por los procesos no combustivos que tienen lugar en su interior se recogen en la categoría 1B2a. Tampoco se recogen las emisiones procedentes de las antorchas de gases residuales, las cuales se incluyen en la categoría 1B2c.

En la tabla 3.3.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible, siendo el CO₂ el gas que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 3.3.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq; las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía; y el ratio de emisión de CO₂ equivalente en función del crudo procesado.

Tabla 3.3.1 Emisiones de CO₂-eq (Cifras en Gg)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO₂									
Líquidos	10.861	12.301	12.368	11.622	11.377	10.754	9.869	9.156	8.914
Gaseosos	45	61	679	1.476	1.478	1.679	1.771	2.111	2.711
Otros								136	349
Total	10.906	12.361	13.047	13.098	12.855	12.434	11.640	11.267	11.625
CH₄									
Líquidos	0,20	0,29	0,29	0,28	0,28	0,26	0,25	0,23	0,22
Gaseosos	0,001	0,003	0,04	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,15
Otros								0,002	0,004
Total	0,20	0,29	0,32	0,36	0,36	0,36	0,35	0,35	0,38
N₂O									
Líquidos	0,24	0,32	0,32	0,30	0,30	0,29	0,27	0,25	0,24
Gaseosos	0,001	0,001	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06
Otros								0,002	0,004
Total	0,24	0,32	0,34	0,33	0,33	0,32	0,30	0,29	0,30

Tabla 3.3.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	10.986	12.466	13.159	13.209	12.966	12.540	11.741	11.502	12.076
Índice CO ₂ -eq	100,0	113,5	119,8	120,2	118,0	114,2	106,9	104,7	109,9
% CO ₂ -eq sobre total inventario	3,88	3,99	3,47	3,05	3,00	3,14	3,24	3,30	3,45
% CO ₂ -eq sobre energía	5,21	5,20	4,55	3,82	3,79	3,98	4,15	4,32	4,44

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Crudo procesado (Gg)	53.556	55.754	59.174	61.986	61.189	62.779	56.607	57.882	54.819
Gg CO ₂ -eq / Gg crudo	0,205	0,224	0,222	0,213	0,212	0,200	0,200	0,199	0,220

3.3.2.- Metodología

En la tabla 3.3.3 se muestran los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (TJ de poder calorífico inferior), utilizados como variable de actividad en la

estimación de las emisiones. La información sobre dichos consumos, así como las características de los mismos, se ha recabado mediante cuestionario individualizado a cada una de las diez refinerías existentes. Los principales combustibles consumidos en esta categoría son el fuelóleo, el gas de refinería y el gas natural, con cantidades sensiblemente inferiores o prácticamente marginales de los restantes combustibles.

Tabla 3.3.3.- Consumo de combustibles (Cifras en TJ_{PCI})

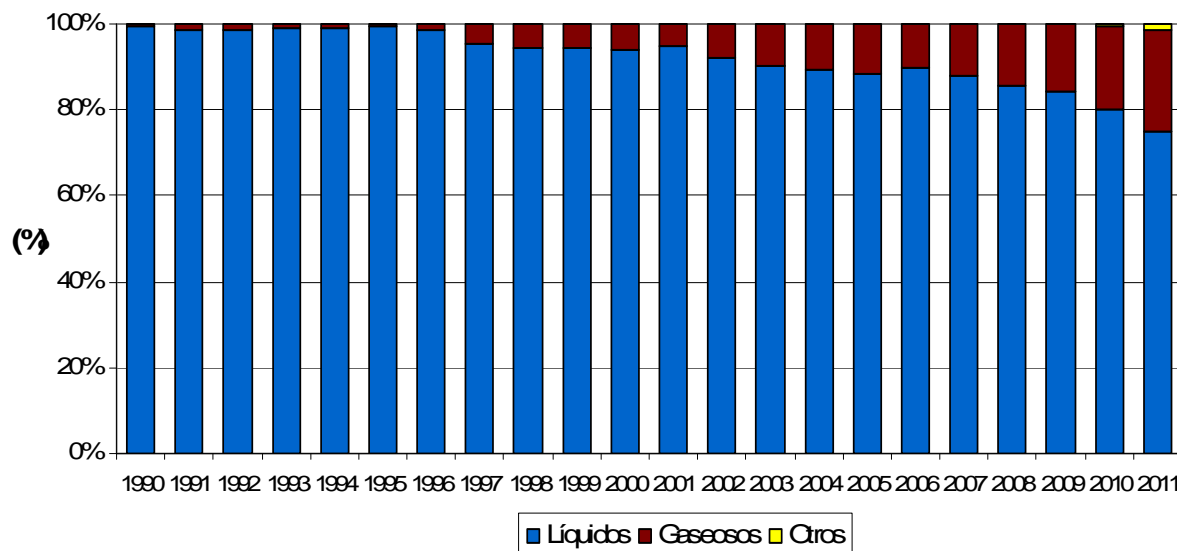
Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Líquidos	155.424	181.155	182.599	177.584	177.225	167.665	157.067	148.815	149.013
Queroseno				22	36	105	0	2	
Gasóleo	369	8.119	1.728	1.981	252	1.127	1.004	620	926
Fuelóleo	75.469	80.980	88.158	73.867	74.086	68.942	57.136	48.164	35.537
G.L.P.		3.799	389	172	512	11	18	143	4
Nafta	195	900	34						
Gas de refinería	79.392	87.357	92.250	100.152	101.276	96.388	97.864	99.004	111.314
Otros derivados del petr.			40	1.390	1.062	1.091	1.045	884	1.233
Gaseosos	820	1.084	12.126	23.259	24.757	28.284	29.638	36.115	46.225
Gas natural	820	1.084	12.126	23.259	24.757	28.284	29.638	36.115	46.225
Otros								1.017	2.893
Residuos industriales								1.017	2.893
Total	156.244	182.239	194.724	200.843	201.982	195.949	186.705	185.948	198.130

Como puede observarse en la tabla anterior se produce un cambio en el mix de combustibles líquidos entre el fuelóleo y el gas de refinería especialmente en los últimos años del periodo inventariado. Así el fuelóleo presenta una pauta decreciente a partir del año 2004, pasando de suponer en el año 1990 el 49% del consumo de combustibles líquidos al 24% en el año 2011. Mientras, el gas de refinería, cuyo consumo es creciente hasta el año 2004, prácticamente estable a partir de dicho año hasta el año 2010, y con un incremento apreciable en 2011, pasa de tener en el año 1990 una cuota participativa en los combustibles líquidos del 51% a suponer el 75% en el año 2011. Este cambio en el mix de combustibles líquidos tiene como consecuencia un descenso de los factores de emisión implícitos de CO₂ dado el menor contenido de carbono del gas de refinería por unidad energética (TJ de PCI) en comparación con el fuelóleo.

Por otro lado, el incremento que se aprecia en el consumo de gas natural a lo largo del periodo inventariado, es consecuencia de la progresiva instalación de unidades de cogeneración (turbinas de gas) en las plantas de refino de petróleo.

Finalmente, cabe mencionar que se han incluido dentro de “Otros derivados del petróleo” los consumos realizados de diversos gases (gas ácido, gas de purga) utilizados en las plantas de refino de petróleo, y que dadas sus características específicas pueden alterar el valor de los factores de emisión implícitos de CO₂ para los combustibles líquidos.

En la figura 3.3.1 se muestra la distribución de los consumos por tipo de combustible a lo largo del periodo inventariado. El incremento que se aprecia en el consumo de combustibles gaseosos (gas natural) se debe a la progresiva entrada en funcionamiento de instalaciones de cogeneración en las refinerías.

Figura 3.3.1.- Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI} 

Para la estimación de las emisiones de CO_2 se da preferencia, siempre que se ha podido disponer de la información pertinente, al procedimiento de cálculo que parte del contenido de carbono de cada combustible utilizado, y se complementa el cálculo estequiométrico elevado a masa de CO_2 con la inclusión del factor de oxidación (véase la ecuación [3.2.1] y la explicación del algoritmo en el epígrafe 3.2.2), utilizándose factores de emisión por defecto a partir de características estándares de los combustibles cuando no se ha podido disponer de los datos necesarios para aplicar el algoritmo anterior. En el caso del gas de refinería, la variación de las características facilitadas por las refinerías hace que el rango de factores de emisión de CO_2 sea muy amplio, pudiendo variar entre 43 kg CO_2 /GJ hasta 72 kg CO_2 /GJ.

Para la estimación de las emisiones de CH_4 se aplican factores de las guías metodológicas de EMEP/CORINAIR sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI. En cuanto a las emisiones de N_2O , se aplican los factores seleccionados de las diferentes guías metodológicas (EMEP/CORINAIR, IPCC) y de fuentes sectoriales e institucionales (API, CITEPA) igualmente sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI. Este mismo procedimiento se sigue para la estimación de otros contaminantes considerados en el CRF (NO_x , COVNM y CO), mientras que para el SO_2 se da preferencia a las emisiones estimadas que facilitan las plantas (normalmente por balance de masas).

En las tablas 3.3.4 a 3.3.6 se presentan los factores de emisión por tipo de instalación utilizados en la estimación de las emisiones, si bien en el caso del CO_2 los factores indicados son aquellos que se utilizan por defecto cuando no se dispone de las características específicas del combustible.

Tabla 3.3.4.- Factores de emisión. Calderas

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,7	0,7
Fuelóleo	76	0,7	1,5
G.L.P.	65	0,9	2,5
Nafta	72,6	3	2,5
Gas de refinería	60	1	1,5
Gas natural	55-56 (1)	1,4	0,9

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, Tablas 24 - 30 y Capítulo 112, Tabla 10.

API Compendium para el N₂O del fuelóleo y del gasóleo ("Uncontrolled boilers and heaters")

CITEPA, para el N₂O de los GLP y la nafta (asimilado en este caso al valor por defecto para otros productos petrolíferos)

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

Tabla 3.3.5.- Factores de emisión. Turbinas de gas

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Queroseno	71,5	1	2,5
Gasóleo	73	4	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
G.L.P.	65	1	2,5
Gas de refinería	60	2	3
Gas natural	55-56 (1)	4	1,3

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, Tablas 24 – 30, y Capítulo 112, Tablas 5-8 y 10.

API Compendium para el N₂O del gasóleo (asimilado al factor de emisión de motores estacionarios) y del gas natural ("Uncontrolled Turbines").

CITEPA, para el N₂O del fuelóleo, los GLP y el queroseno (asimilado en este caso al valor por defecto para otros productos petrolíferos)

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

Tabla 3.3.6.- Factores de emisión. Hornos de proceso

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,7	0,7
Fuelóleo	76	1,75	1,75
G.L.P.	65	6	2,5
Gas de refinería	60	1,5	1,5
Otros derivados del petróleo (1).	52,4 – 152,8	1,5	1,5
Gas natural	55-56 (2)	1,4	2,5
Residuos industriales (3)	73,3 - 133,9	1,5	1,5

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 136. Tabla 6.

API Compendium para el N₂O del gasóleo (asimilado al factor de emisión de calderas).

CITEPA, para el N₂O del fuelóleo, los GLP y el gas natural.

(1) Bajo el combustible otros derivados del petróleo se han recogido diversos gases (gas ácido, gas de purga) utilizados en las plantas de refino de petróleo, habiéndose asimilado los factores de emisión para el CH₄ y el N₂O a los de un gas de refinería. En el caso del CO₂ el factor se ha obtenido por balance de masas a partir de las características específicas facilitadas (contenido de carbono, PCI) de los gases en cuestión.

(2) Años 1990 y 1991: 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

(3) Bajo el combustible residuos industriales se ha recogido un gas residual, habiéndose asimilado los factores de emisión para el CH₄ y el N₂O a los de un gas de refinería. En el caso del CO₂ el factor se ha obtenido por balance de masas a partir de las características específicas facilitadas (contenido de carbono, PCI) del gas en cuestión.

3.3.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

En cuanto a las variables de actividad, y por lo que se refiere a los combustibles líquidos que son los que confieren a esta actividad su naturaleza de fuente clave, dado que los consumos de combustibles se han obtenido vía directa mediante cuestionario individualizado a las plantas de refino, se considera que la incertidumbre se sitúa en torno al 3%. En los factores de emisión de CO₂, se puede asumir que la incertidumbre media se sitúa en torno al 2,7% para los combustibles líquidos y en el 1,5% para el gas natural.

En general se considera que las series de variables de actividad (consumo de combustibles) presentan un alto grado de coherencia temporal por provenir la información de las propias refinerías. La serie de los factores de emisión presenta un grado aceptable de homogeneidad temporal, si bien no siempre se ha podido disponer de información explícita de las características de los combustibles utilizados, por lo que en dichos casos se han utilizado características por defecto para obtener los factores que se aplican en la estimación de las emisiones.

3.3.4.- Control de calidad y verificación

Debido al gran número de instalaciones existentes en las refinerías, y dado que la información se solicita para cada refinería instalación a instalación con el fin de diferenciar los consumos y las emisiones entre calderas, turbinas y hornos, una de las tareas de control de calidad que se realiza es la verificación de que la suma de los consumos de combustibles de las instalaciones coincida con el total facilitado para el conjunto de cada refinería, detectando así posibles errores u omisiones en las cifras correspondientes a una determinada instalación. Este desglose en la recogida de información permite realizar un seguimiento individualizado de la operatividad de las instalaciones de combustión, así como de su ciclo de vida, al conocerse la creación o el desmantelamiento de las instalaciones.

Otra tarea realizada en esta categoría hace referencia a la contrastación de las características de los combustibles utilizados, con especial hincapié en el poder calorífico y los contenidos de azufre y carbono. Los combustibles mayoritariamente utilizados son el fuelóleo y el gas de refinería (véase tabla 3.3.3), y dado que sus características no se corresponden con las de combustibles comerciales estándares, pudiendo variar significativamente de una refinería a otra (en especial el gas de refinería¹¹), se contrasta con las propias plantas los valores que se consideran atípicos con el fin de obtener la justificación del origen de dichos valores o, en su caso, corregir posibles errores en la información facilitada.

Adicionalmente, se obtienen ratios de consumo y emisión por tonelada de crudo tratado, utilizables para realizar procedimientos de contrastación de la información facilitada en cada refinería a lo largo del periodo inventariado, si bien cabe mencionar que en la comparación entre refinerías debe tenerse en cuenta la complejidad de las mismas.

¹¹ Para este combustible, por ejemplo, la variabilidad de las características viene en algunos casos determinada por la medida en que se haga uso de un enriquecimiento con hidrógeno del combustible.

3.3.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se describen los principales cambios realizados en esta categoría de actividad con respecto a las estimaciones dadas en la edición anterior.

- Para los años 2007-2010 se ha introducido el consumo de gas de refinería utilizado en quemadores de las unidades de recuperación de azufre de una refinería, así como las correspondientes emisiones.
- Para el año 2010, se ha revisado el poder calorífico inferior del gasoil consumido en una turbina de gas en una refinería. Asimismo, se ha revisado el poder calorífico inferior del gas de refinería consumido en una turbina de gas en otra refinería.
- Para el año 2010, se ha revisado el poder calorífico inferior de uno de los gases de refinería consumido en cuatro de los hornos de una refinería.

En la figura 3.3.2 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO₂-eq entre los resultados de la edición actual con los resultados de la edición anterior, mientras que en la figura 3.3.3 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO₂-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en esta actividad supone incrementos de las emisiones de escasa cuantía, con variaciones relativas que oscilan entre el 0,03% del año 2009 (3,5 Gg de CO₂-eq) y el 0,04% del año 2007 (5,8 Gg de CO₂-eq).

Figura 3.3.2.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012

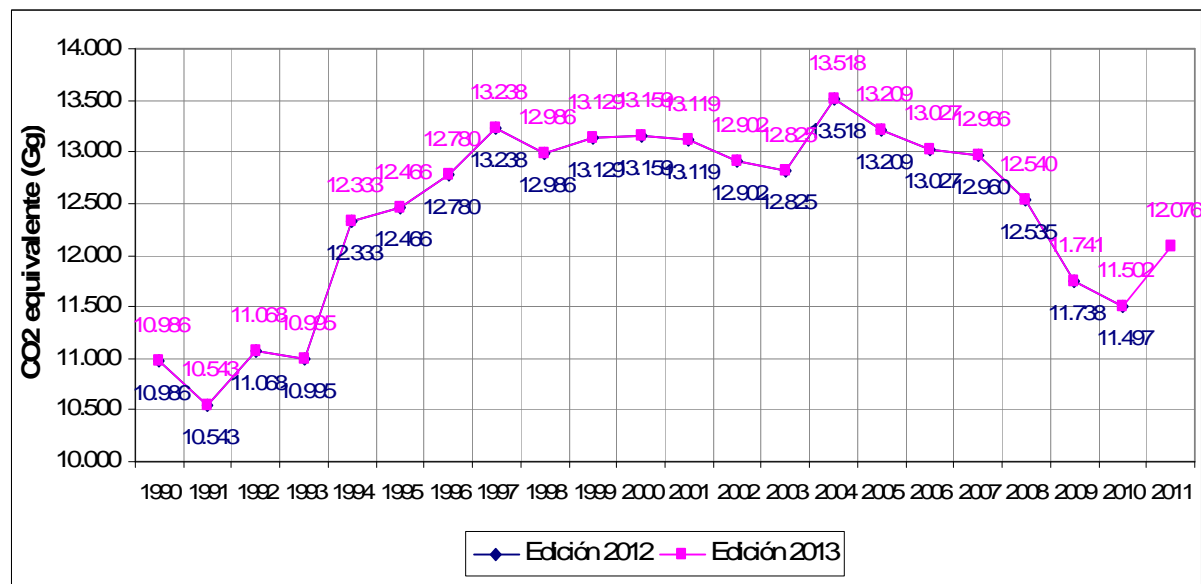
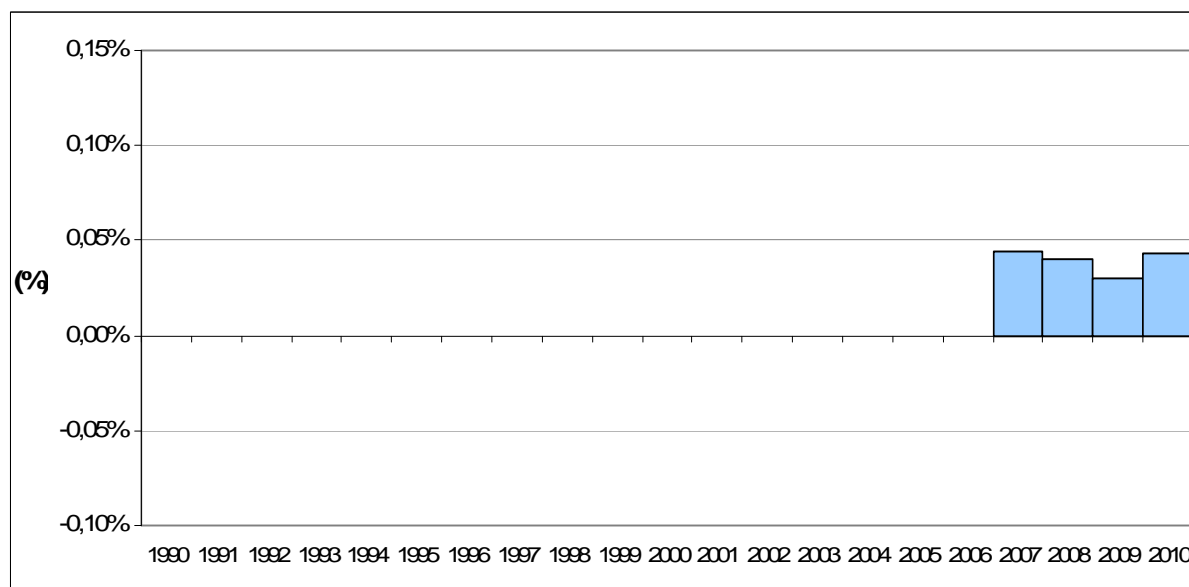


Figura 3.3.3.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012

3.3.6.- Planes de mejora

De cara al futuro se seguirá enfatizando en la recogida de información vía cuestionario para mejorar la información relativa a las características de los combustibles utilizados, con el fin de recurrir cada vez menos a la utilización de factores de emisión por defecto.

Por otra parte, se continuará con el contraste de las emisiones de CO₂ de las refinerías con la información disponible de emisiones certificadas para las plantas que utilizan el instrumento de Comercio de Derechos de Emisión, permitiendo detectar valores anómalos en la información facilitada vía cuestionario.

Asimismo, tras la creación del GT-Energía, se pretende investigar el uso de algún combustible no convencional en refinerías, como es el caso del coque de petróleo¹².

3.4.- Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c)

3.4.1.- Descripción de la actividad

En esta categoría se recogen las emisiones generadas en la transformación de combustibles sólidos (coquerías), así como las generadas en instalaciones de combustión inespecífica tanto en este sector de transformación de combustibles como en otras industrias energéticas (minería del carbón, producción de petróleo y gas natural).

¹² Sobre este particular, véase también más adelante lo comentado en el epígrafe 3.4.2.

En la tabla 3.4.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible, siendo el CO₂ el gas que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 3.4.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía.

Tabla 3.4.1.- Emisiones (Cifras en Gg)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO₂									
Líquidos	57	826	505	649	646	668	1.160	467	473
Sólidos	1.847	1.127	1.155	885	904	878	740	725	699
Gaseosos	213	262	482	427	266	306	222	349	386
Total	2.117	2.215	2.142	1.962	1.816	1.853	2.123	1.541	1.558
CH₄									
Líquidos	0,001	0,031	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,001	0,001
Sólidos	0,024	0,011	0,017	0,011	0,011	0,010	0,008	0,009	0,009
Gaseosos	0,482	0,256	0,250	0,175	0,037	0,031	0,040	0,054	0,058
Total	0,507	0,299	0,268	0,188	0,049	0,043	0,052	0,064	0,068
N₂O									
Líquidos	0,002	0,017	0,013	0,016	0,016	0,017	0,030	0,012	0,012
Sólidos	0,007	0,002	0,004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Gaseosos	0,004	0,005	0,008	0,007	0,004	0,005	0,004	0,006	0,006
Total	0,013	0,023	0,025	0,025	0,022	0,023	0,034	0,019	0,019

Tabla 3.4.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	2.131	2.229	2.155	1.973	1.824	1.861	2.134	1.548	1.566
Índice CO ₂ -eq	100,0	104,6	101,1	92,6	85,6	87,3	100,1	72,6	73,5
% CO ₂ -eq sobre total inventario	0,75	0,71	0,57	0,46	0,42	0,47	0,59	0,44	0,45
% CO ₂ -eq sobre energía	1,01	0,93	0,75	0,57	0,53	0,59	0,75	0,58	0,58

3.4.2.- Metodología

Como variable de actividad básica para realizar la estimación de las emisiones se utiliza el consumo de combustibles. En los casos de las coquerías emplazadas en plantas siderúrgicas integrales, la información se ha recabado mediante cuestionarios individualizados a las plantas en las que se realizan estos procesos. Este mismo procedimiento se ha utilizado para recabar la información sobre el consumo de combustibles en las instalaciones de las plantas de regasificación y de almacenamiento subterráneo de gas natural. Para las restantes actividades de esta categoría, incluyendo las coquerías no contempladas anteriormente, la información se ha basado en los datos de la AIE y EUROSTAT¹³. Los principales combustibles utilizados en esta categoría son el gas de

¹³ En la presente edición del inventario se ha dispuesto también de información a nivel de planta para las coquerías no emplazadas en siderurgia integral a partir del año 2008.

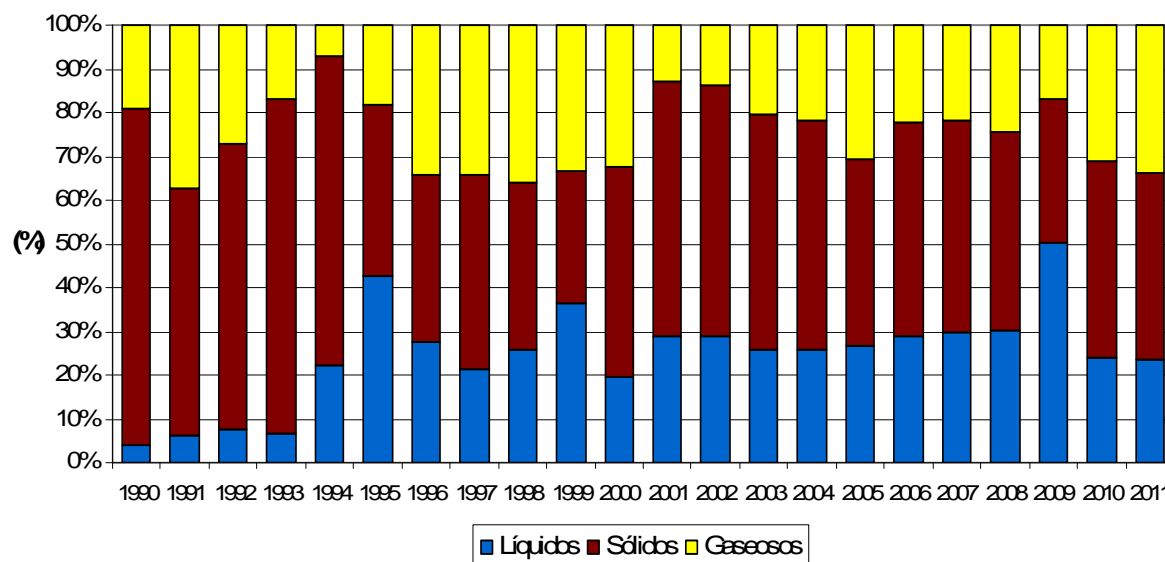
coquería y el gas de horno alto entre los combustibles sólidos, el coque de petróleo¹⁴, el fuelóleo y el gasóleo en los combustibles líquidos, y el gas natural en los gaseosos. En la tabla 3.4.3 se muestran los consumos de combustibles expresados en términos de energía (TJ de poder calorífico inferior), pudiendo observarse cómo para algunos combustibles (especialmente el carbón coquizable y los combustibles líquidos) se presentan discontinuidades (incluso ausencia en algunos años) importantes en la evolución de la serie.

Tabla 3.4.3.- Consumo de combustibles (Cifras en TJ_{PCI})

Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Líquidos	822	10.880	5.135	6.608	6.569	6.798	11.803	4.751	4.816
Gasóleo	243	127		1	4	6	6	6	6
Fuelóleo	132	10.753							
G.L.P.	448			9					
Coque de petróleo			5.135	6.598	6.565	6.793	11.798	4.745	4.810
Sólidos	15.776	9.984	12.720	10.621	10.639	10.243	7.746	8.976	8.676
Carbón coquizable									
Hulla y antracita	4.102	513	2.300						
Lignito negro	13								
Gas manufacturado	10	5							
Gas de coquería	7.534	6.611	8.398	8.694	8.624	8.284	5.949	7.449	7.266
Gas de horno alto	4.116	2.856	2.023	1.927	2.015	1.959	1.797	1.527	1.410
Gaseosos	3.867	4.682	8.611	7.634	4.755	5.466	3.969	6.236	6.885
Gas natural	3.867	4.682	8.611	7.634	4.755	5.466	3.969	6.236	6.885
Total	20.465	25.546	26.466	24.863	21.963	22.508	23.519	19.962	20.377

En la figura 3.4.1 se muestra la distribución de los consumos por tipo de combustible a lo largo del periodo inventariado, en la que se refleja las discontinuidades en los consumos ya señaladas en la tabla anterior.

¹⁴ Las cantidades de coque de petróleo que figuran en esta categoría provienen de los balances energéticos nacionales, en los que originalmente figuran imputados como consumos en refinerías de petróleo. Sin embargo, en la información facilitada vía cuestionario por las propias refinerías no se declara consumo de coque de petróleo en instalaciones de combustión, por lo que dichos consumos se han incluido como combustión inespecífica dentro de esta categoría 1A1c (sector energético sin especificar), con el fin de compensar el descuadre que se produce en las industrias del sector energético.

Figura 3.4.1.- Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI} 

La estimación de las emisiones de CO_2 correspondiente a los hornos de coque se ha realizado mediante balance de masas a partir del contenido de carbono de los combustibles consumidos en cada año (en el caso de las plantas siderúrgicas integrales las características de los combustibles varían para cada planta y año, mientras que para el resto de plantas se han utilizado unas características comunes en todos los años con la excepción de los años 2008-2011 para los que se ha dispuesto de características específicas de los combustibles quemados en los hornos de coque de dichas plantas). En cuanto al CH_4 y el N_2O , las emisiones han sido estimadas utilizando factores de emisión por defecto. Cabe mencionar que a partir del año 2003 se ha podido disponer de emisiones medidas de CH_4 en plantas siderúrgicas integrales. Sin embargo, la gran variabilidad de las emisiones obtenidas hace que por el momento estas medidas no hayan sido consideradas en el inventario, pues se produciría una falta de homogeneidad en la serie temporal de emisiones. Para los restantes contaminantes considerados en el CRF (SO_2 , NO_x , COVM y CO) se han utilizado asimismo factores de emisión por defecto, con la excepción de aquellos casos en los que las propias plantas han facilitado emisiones medidas.

En la tabla 3.4.4 se presentan los factores de emisión utilizados en las estimaciones para los hornos de coque. En el caso del CO_2 se muestran los rangos de variación de los factores de emisión de acuerdo con las características de los combustibles utilizados a lo largo del periodo inventariado.

Tabla 3.4.4.- Factores de emisión. Hornos de coque

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
G.L.P.	63,7	1	0,1
Gas de coquería	41,08 – 45,01	1	0,1
Gas de horno alto	242,9 – 293,5	1	0,1

Fuente: CO_2 : Factores obtenidos a partir de la información facilitada en los cuestionarios.

CH_4 y N_2O : Guías 2006 de IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 2, Energía. Tabla 2.2.

Como puede observarse en la citada tabla, los factores de emisión de los gases siderúrgicos consumidos en los hornos de coque, así como la alta participación que dichos combustibles tienen dentro de los combustibles sólidos de la categoría 1A1c (entre el 69% y el 100% a lo largo del periodo inventariado), influyen apreciablemente en los factores de emisión de CO₂ implícitos resultantes para los combustibles sólidos en esta categoría (el consumo de G.L.P. en los hornos de coque es testimonial en un año en una planta siderúrgica integral).

Para el resto de instalaciones de combustión de esta categoría, la emisión ha sido estimada utilizando factores de emisión por defecto seleccionados de las diferentes guías metodológicas (EMEP/CORINAIR, IPCC) y de fuentes sectoriales e institucionales (API, CITEPA) sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI. En las tablas 3.4.5 a 3.4.7 se presentan los factores de emisión por tipo de instalación utilizados en la estimación de las emisiones.

Tabla 3.4.5.- Factores de emisión. Calderas

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,7	0,7
Fuelóleo	76	2,9	1,5
G.L.P.	65	0,9	2,5
Coque de petróleo	98,3	0,3	2,5
Carbón coquizable	94	3	0,8
Hulla y antracita	112	3	1,4
Lignito negro	99,42	3	1,4
Gas manufacturado	52	1,4	2,5
Gas natural	55-56 (1)	1,4	0,9

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10, y Capítulo 111, Tablas 27, 29 y 30.

Manual de Referencia 1996 IPCC (Tabla 1-8) para el N₂O de la hulla y antracita y del lignito negro.

CITEPA, para el N₂O del coque de petróleo, los GLP y el gas manufacturado (en este caso asimilado a otros combustibles gaseosos).

API Compendium para el N₂O del fuelóleo, del gasóleo y del gas natural ("Uncontrolled boilers and heaters")

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

Tabla 3.4.6.- Factores de emisión. Turbinas de gas

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gasóleo	73	4	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	4	1,3

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10.

CITEPA, para el N₂O del fuelóleo.

API Compendium para el N₂O del gasóleo (asimilado al factor de emisión de motores estacionarios) y del gas natural ("Uncontrolled turbines")

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

Tabla 3.4.7.- Factores de emisión. Motores estacionarios

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,5	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	316	1,3

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10.

Factor de emisión facilitado por los principales proveedores de motores estacionarios para el CH₄ del gas natural.

CITEPA, para el N₂O del fuelóleo.

API Compendium para el N₂O del gasóleo ("*Large Bore Diesel Engine*") y del gas natural ("*4 Cycle – Lean Burn Engine*")

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

3.4.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La actividad dominante en esta categoría por lo que a las emisiones se refiere es la combustión en las coquerías, y dentro de ellas las emplazadas en plantas de siderurgia integral. Para estas plantas, se considera que la información obtenida vía cuestionario individualizado tiene una incertidumbre reducida. La mayor incertidumbre está asociada a las coquerías no emplazadas en siderurgia integral y a otras fuentes de combustión inespecífica (minería, extracción de petróleo y gas), en las que la información no procede directamente de las plantas¹⁵. A nivel conjunto, para toda la categoría 1A1c, la estimación de la incertidumbre de la variable de actividad se sitúa por debajo del 10%. Para los factores de emisión, y teniendo en cuenta la mezcla de combustibles utilizados en esta categoría, se estima que la incertidumbre se sitúa por debajo del 5%.

Las series se consideran en general temporalmente homogéneas, si bien los cambios en la variable de actividad y en las emisiones reflejan en buena medida la desaparición a mediados de la década de los noventa de una planta siderúrgica integral. Por otra parte, y como ya ha quedado reseñado, la homogeneidad está condicionada por la información de los balances energéticos nacionales publicados por la AIE y EUROSTAT que, para esta categoría, muestran notables fluctuaciones en algunos combustibles.

3.4.4.- Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría debe destacarse el seguimiento que se realiza de las características de los gases siderúrgicos utilizados en los hornos de coque de las plantas siderúrgicas integrales, debido a la mayor variabilidad de las características de dichos combustibles entre plantas y años, lo que incide particularmente en las emisiones de CO₂. A partir de la información facilitada por planta y año, se contrastan los valores correspondientes a la composición molar de cada gas, comprobando que la suma de los componentes de dicha composición es igual a 100, y derivándose a partir de pesos moleculares y poderes caloríficos de los componentes (entalpías de combustión) las características de contenido de carbono, contenido de azufre, densidad y poder calorífico (inferior y superior) del gas siderúrgico en cuestión (en el caso de estos dos últimos

¹⁵ En la presente edición del inventario se ha dispuesto de información a nivel de planta para las coquerías no emplazadas en siderurgia integral a partir del año 2008.

parámetros los valores deducidos se contrastan con los facilitados directamente por la planta). En el caso de producirse carencias en dicha información o presentarse valores atípicos se investiga con las propias plantas las causas de las anomalías con el fin de obtener las necesarias correcciones o justificaciones de los valores correspondientes. En la tabla 3.4.9 se presenta el modelo de solicitud de información relativa a las características del gas de coquería y del gas de horno alto.

Tabla 3.4.9.- Características de gases siderúrgicos. Información solicitada

GAS DE COQUERÍA			GAS DE HORNO ALTO		
CO ₂		%	CO ₂		%
C _n H _m		%	O ₂		%
O ₂		%	CO		%
CO		%	H ₂		%
H ₂		%	CH ₄		%
CH ₄		%	N ₂		%
C _n H _{2n+2}		%	PCI		kcal/Nm ³
N ₂		%	Peso específico		kg/Nm ³
C ₆ H ₆		g/Nm ³			
NH ₃		g/Nm ³			
C ₁₀ H ₈		g/Nm ³			
SH ₂		g/Nm ³			
PCI		kcal/Nm ³			
Peso específico		kg/Nm ³			

De acuerdo con las indicaciones de las plantas siderúrgicas el conjunto C_nH_m podría venir caracterizado por el compuesto C₃H₈, mientras que el conjunto C_nH_{2n+2} podría venir caracterizado por el compuesto C₂H₆.

3.4.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se describen los principales cambios realizados en esta categoría de actividad con respecto a las estimaciones dadas en la edición anterior.

- Para los años 1990-1994, se han modificado los factores de emisión de CH₄ y N₂O para el gas de coquería y el gas de horno alto utilizados en los hornos de coque de una planta de siderurgia integral ya desaparecida, tras haberse detectado que la modificación de estos factores de emisión realizada en la edición previa del inventario no había sido implementada en esta planta.
- Para los años 2008-2010 se han revisado las características (poder calorífico inferior, contenido de carbono) del gas de coquería utilizado en los hornos de coque de las plantas siderúrgicas integrales.
- Para el periodo 1999-2010 se han revisado los consumos de gasóleo y gas natural con la información actualizada facilitada por las plantas de regasificación y de almacenamiento subterráneo de gas natural.
- Se han modificado los consumos de combustibles de la combustión inespecífica de este sector correspondientes al año 2010 como consecuencia de la revisión que se

hace del balance de combustibles que se utiliza específicamente para el inventario de emisiones.

Estas modificaciones han supuesto descensos de las emisiones en el periodo 1990-1994 que oscilan entre el -0,27% del año 1994 (-5 Gg de CO₂-eq) y el -0,45% del año 1993 (-8 Gg de CO₂-eq), mientras que para el periodo 1999-2010 los cambios son al alza, con variaciones que oscilan entre el 1,0% del año 2001 (18 Gg de CO₂-eq) y el 12,4% del año 2010 (170 Gg de CO₂-eq).

Figura 3.4.2.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012

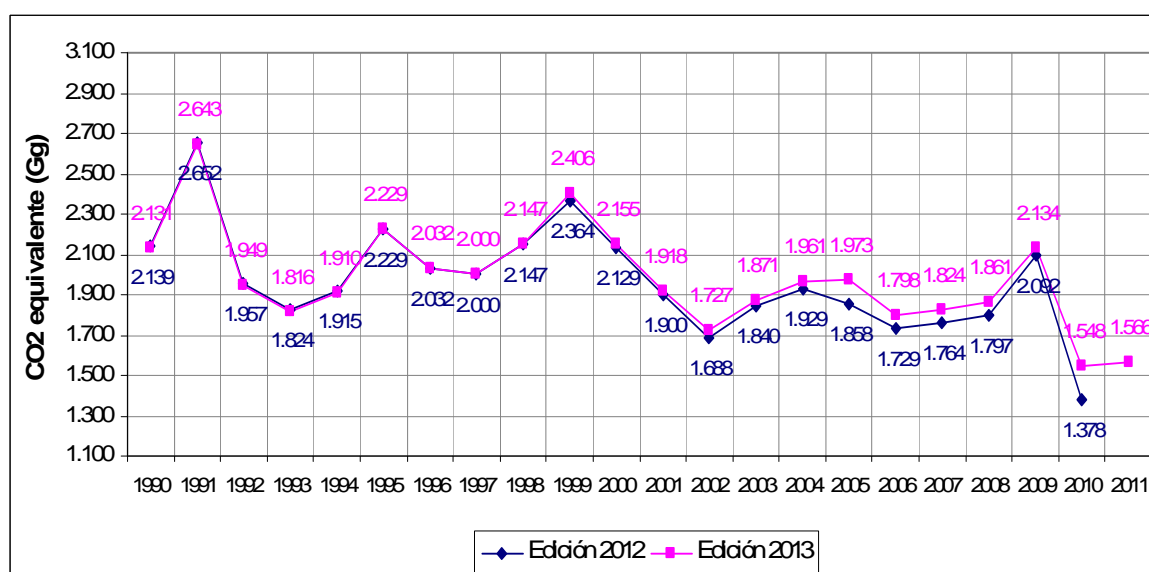
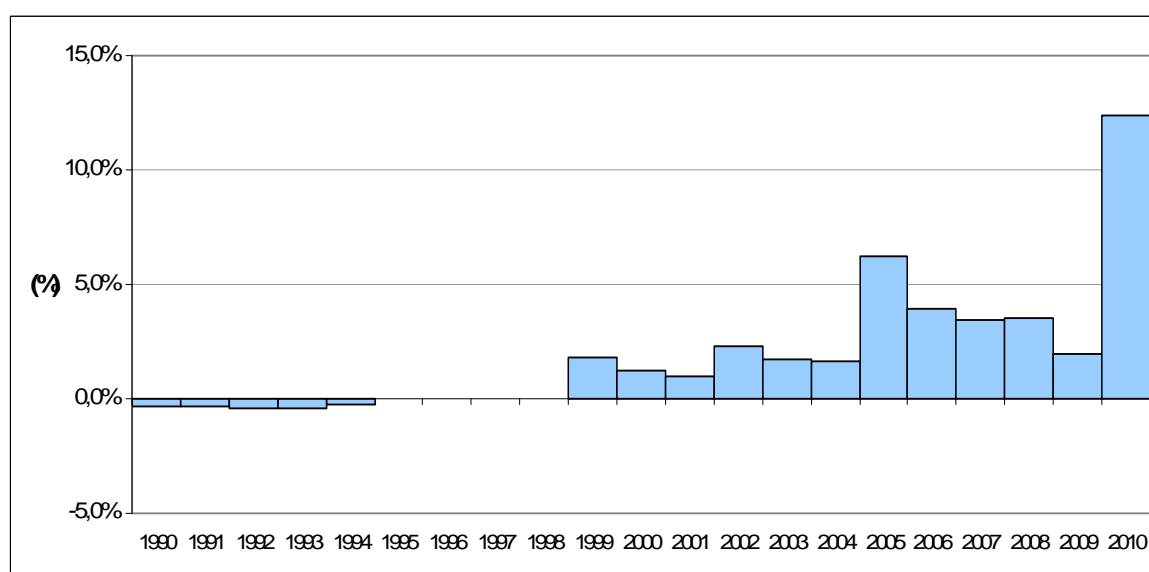


Figura 3.4.3.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012



3.4.6.- Planes de mejora

Dentro de este sector, se continuará con el procedimiento de recogida de información iniciado con motivo de la revisión de 2011 por el ERT para recabar información individualizada por planta para las coquerías no emplazadas en siderurgia integral.

Asimismo, tras la creación del GT-Energía, se pretende investigar el sector energético final consumidor del coque de petróleo, que en los balances energéticos nacionales figura atribuido a las refinerías de petróleo, y que ha sido imputado como combustión inespecífica dentro de esta categoría 1A1c, dado que las refinerías no declaran consumo de coque de petróleo en instalaciones de combustión, con el fin de compensar el descuadre que se produce en las industrias del sector energético.

3.5.- Combustión en la industria (1A2)

3.5.1.- Descripción de la actividad

En esta categoría, que constituye una fuente clave en las emisiones de CO₂ para los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, se incluye una amplia variedad de procesos de combustión realizados en la industria (categoría 1A2).

En la tabla 3.5.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible, siendo el CO₂ el gas que, cuando se discrimina por tipo de combustible, confiere a esta fuente su naturaleza de clave. Adicionalmente, y sin diferenciar por tipo de combustible, esta categoría resulta fuente clave en el año 2011, cuando se utiliza el Tier 2, por la tendencia de sus emisiones de CH₄ y por el nivel de sus emisiones de N₂O (si bien no constituye una fuente clave en el inventario cuando se aplica el Tier 1). En la tabla 3.5.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía. En dichas tablas no figuran las emisiones de CO₂ originadas por la quema de biomasa ya que de acuerdo con la metodología IPCC no deben computarse en el inventario, aunque sí han sido estimadas pro-memoria y reflejadas como tales en el CRF Reporter.

Tabla 3.5.1.- Emisiones (Cifras en Gg)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO₂									
Líquidos	24.693	29.041	27.375	29.328	27.329	25.843	23.248	23.695	21.138
Sólidos	13.284	10.163	5.704	5.231	6.536	5.765	4.498	4.586	5.547
Gaseosos	8.494	13.874	26.500	38.335	34.208	32.375	27.440	29.537	30.019
Biomasa									
Otros			79	340	437	366	506	664	894
Total	46.471	53.077	59.658	73.235	68.509	64.349	55.692	58.481	57.598
CH₄									
Líquidos	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3
Sólidos	0,7	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0	0,8	0,9	0,9
Gaseosos	1,4	4,8	15,0	28,6	24,2	23,6	20,4	22,8	22,6
Biomasa	1,1	1,1	1,0	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3
Otros			0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
Total	3,9	7,3	17,1	31,3	26,9	26,2	22,8	25,4	25,3
N₂O									
Líquidos	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
Sólidos	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Gaseosos	0,2	0,4	0,7	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7
Biomasa	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Otros			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	1,3	1,5	1,8	2,2	2,1	1,9	1,7	1,8	1,8

Tabla 3.5.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	46.971	53.699	60.563	74.561	69.719	65.502	56.699	59.566	58.677
Índice CO ₂ -eq	100,0	114,3	128,9	158,7	148,4	139,5	120,7	126,8	124,9
% CO ₂ -eq sobre total inventario	16,61	17,17	15,99	17,23	16,14	16,42	15,63	17,09	16,74
% CO ₂ -eq sobre energía	22,27	22,42	20,94	21,54	20,38	20,81	20,02	22,37	21,59

3.5.2.- Metodología

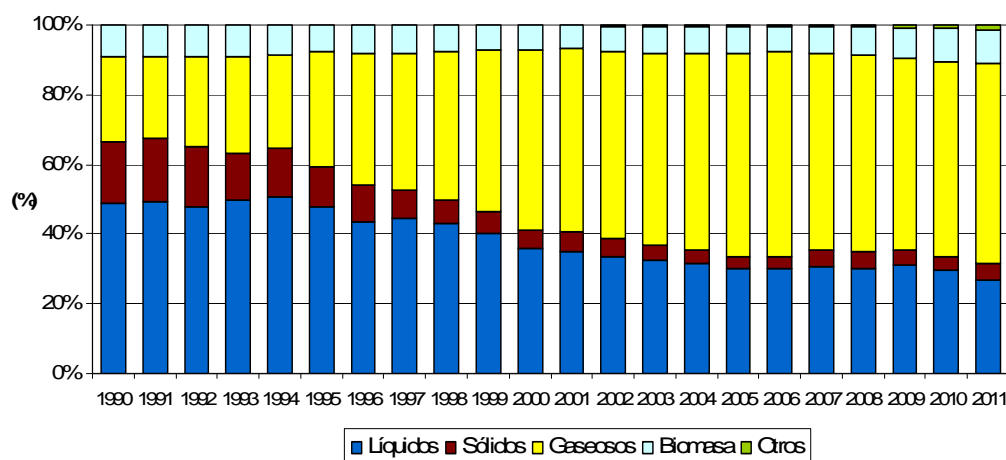
Para la combustión industrial, las fuentes básicas de información sobre las variables de actividad (consumos de combustibles) han sido la información directa de cuestionarios individualizados a las plantas y el balance nacional de combustibles, complementadas con información procedente de las principales asociaciones sectoriales entre las que cabe destacar las siguientes: Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID); Federación Española de Asociaciones de Fundidores (FEAF); Agrupación de Fabricantes de Cemento de España (OFICEMEN); Asociación Nacional de Fabricantes de Cales y Derivados de España (ANCADE); Vidrio España; Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colores Cerámicos (ANFFECC); Asociación Española de Fabricantes de Ladrillo y Tejas de Arcilla Cocida (HISPALYT); Asociación Española de Fabricantes de Azulejos, Pavimentos y Baldosas Cerámicas (ASCER); Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón (ASPAPPEL).

En la tabla 3.5.3 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para esta fuente clave.

Tabla 3.5.3.- Consumo de combustibles (Cifras en TJ_{PCI})

Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Líquidos	313.099	363.760	331.222	352.786	329.417	311.320	278.900	281.456	251.167
Crudo de petróleo					248	257			267
Gasóleo	70.850	57.218	95.076	123.831	113.868	105.045	94.642	93.097	79.083
Fuelóleo	170.061	207.873	97.436	74.614	71.708	69.791	57.694	50.132	48.546
G.L.P.	13.110	17.117	18.169	18.289	16.418	16.060	14.856	14.709	13.230
Bitumen						266	53	34	41
Coque de petróleo	57.141	79.462	119.990	136.052	127.177	119.455	111.398	122.696	109.685
Gas de refinería	1.937	2.090	552						
Otros deriv. del petróleo						446	257	788	315
Sólidos	112.944	85.668	47.544	43.327	55.773	48.556	36.959	36.660	45.160
Carbón coquizable									
Hulla y antracita	60.830	24.332	17.604	14.460	21.579	19.365	8.867	10.458	17.015
Lignito negro	1.004					64	90	140	134
Coque	18.628	33.880	10.839	9.280	16.895	12.468	16.609	10.868	12.172
Gas manufacturado	82								861
Gas de coquería	15.057	14.389	9.654	10.005	8.396	8.040	4.992	6.873	6.386
Gas de horno alto	16.612	11.661	8.558	8.189	7.699	7.483	5.362	6.963	7.092
Otros carbones y deriv.	732	1.405	889	1.393	1.204	1.137	1.039	1.359	1.501
Gaseosos	154.121	248.127	473.279	684.247	610.580	577.935	489.812	527.523	535.944
Gas natural	154.121	248.127	473.279	684.247	610.580	577.935	489.812	527.523	535.944
Biomasa	58.937	59.788	64.376	89.209	81.768	82.076	79.150	88.471	92.149
Madera/Res. de madera	23.502	22.670	21.128	28.022	27.013	26.151	27.257	34.034	37.112
Otra biomasa sólida	13.633	13.252	13.175	14.541	14.828	14.787	15.069	14.875	15.464
Licor negro	18.217	20.428	26.658	32.106	32.923	30.518	27.358	30.897	30.352
Biogás	3.585	3.438	3.414	14.540	7.003	10.620	9.465	8.665	9.221
Otros			1.106	5.225	6.512	5.317	7.266	9.383	12.127
Residuos industriales			1.106	5.225	6.512	5.317	7.266	9.383	12.127
Total	639.101	757.344	917.527	1.174.794	1.084.050	1.025.205	892.087	943.493	936.548

En la figura 3.5.1 se muestra la distribución de los consumos por tipo de combustible a lo largo del periodo inventariado. Como puede apreciarse, se produce un incremento sustancial en el consumo del gas natural, que en términos relativos tiene una contribución del 57,2% en el año 2011, con un descenso en la participación de los combustibles líquidos (del 49,0% en 1990 al 26,8% en 2011) y, sobre todo, de los combustibles sólidos (del 17,7% de 1990 al 4,8% en 2011), como consecuencia de la sustitución progresiva de los combustibles utilizados en la industria.

Figura 3.5.1.- Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}

Tras presentar en los párrafos anteriores la visión panorámica para el conjunto de la categoría 1A2, y con el objetivo de lograr una presentación más transparente y desglosada de cada uno de los sectores que componen esta categoría, se presenta a continuación el análisis de la evolución por sub-sectores industriales.

En la tabla 3.5.4 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector del hierro y el acero (categoría 1A2a).

Tabla 3.5.4.- Categoría 1A2a. Consumo de combustibles (Cifras en TJ_{PCI})

Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Líquidos	16.658	16.826	10.040	8.313	7.041	13.214	12.370	16.736	11.328
Gasóleo	1.149	1.456	3.086	3.859	2.162	2.120	2.120	2.205	1.908
Fuelóleo	13.184	12.277	3.665	2.699	2.688	2.330	1.806	1.695	1.270
G.L.P.	915	1.003	1.826	1.755	1.619	1.573	1.482	1.440	1.350
Coque de petróleo	66		912		572	7.191	6.962	11.396	6.800
Gas de refinería	1.344	2.090	552						
Sólidos	45.740	52.333	26.699	27.045	29.036	27.186	23.951	25.049	25.896
Hulla y antracita	1.773	1.264	916	2.385	3.397	3.829	355	3.672	3.990
Coque	11.677	27.834	7.612	7.389	8.340	6.697	12.203	6.183	6.927
Gas de coquería	15.057	10.439	8.723	7.690	8.396	8.040	4.992	6.873	6.386
Gas de horno alto	16.501	11.391	8.558	8.189	7.699	7.483	5.362	6.963	7.092
Otros carbones y deriv.	732	1.405	889	1.393	1.204	1.137	1.039	1.359	1.501
Gaseosos	14.076	22.589	36.471	70.730	36.768	33.841	34.146	32.368	31.095
Gas natural	14.076	22.589	36.471	70.730	36.768	33.841	34.146	32.368	31.095
Total	76.474	91.747	73.210	106.088	72.845	74.240	70.467	74.154	68.319

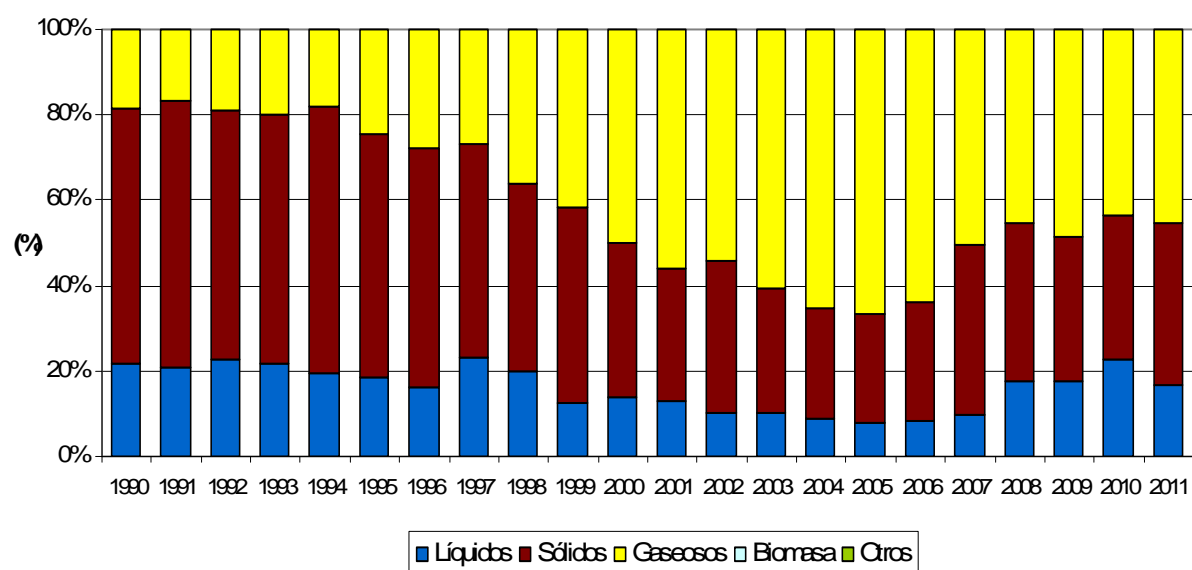
En el sector del hierro y el acero, véase figura 3.5.2, el dominio en el consumo corresponde a los combustibles sólidos hasta el año 1999, año a partir del cual el gas natural pasa a ser el combustible más utilizado en este sector. Esta tendencia es principalmente consecuencia del descenso que se produce en la fabricación de acero al oxígeno en plantas siderúrgicas integrales y el consecuente incremento en la producción de acero en hornos eléctricos, lo que conlleva un menor consumo de combustibles sólidos (en especial de los gases siderúrgicos) en los procesos de fabricación de acero en las plantas siderúrgicas integrales (estufas de hornos altos, hornos de sinterización, etc.) Adicionalmente se produce un progresivo aumento del consumo del gas natural, con una clara incidencia en la tendencia del consumo de combustibles líquidos (en particular del fuelóleo), lo que indica la variación en el mix de combustibles utilizados en este sector.

En cuanto al consumo de coque de petróleo, se hace notar aquí que el incremento que se observa en los últimos años se debe a la necesidad de efectuar una redistribución hacia determinados sectores del grupo industrial, con el objeto de compensar el descuadre aparente que en sectores tradicionalmente grandes consumidores de coque de petróleo ha implicado el descenso de la actividad económica (y por tanto del consumo), sin que ello haya sido adecuadamente reflejado en los datos que figuran en el balance energético nacional.

Por último, el descenso que se observa en el consumo de gas natural en los años 2007-2011 es el reflejo de la información de los balances energéticos nacionales publicados por la AIE y EUROSTAT, donde puede observarse para estos últimos años un incremento del consumo de gas natural en sectores industriales no especificados (que se encuadran

dentro de la categoría 1A2f), lo que parece ir en detrimento de la disponibilidad de este combustible en otros sectores industriales, y en concreto del sector del hierro y el acero¹⁶. Este descenso del gas natural afecta asimismo al consumo energético global de este sector en los años 2007-2011.

Figura 3.5.2.- Categoría 1A2a. Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}



En la tabla 3.5.5 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector de la metalurgia no férrea (categoría 1A2b).

Tabla 3.5.5.- Categoría 1A2b. Consumo de combustibles (Cifras en TJ_{PCI})

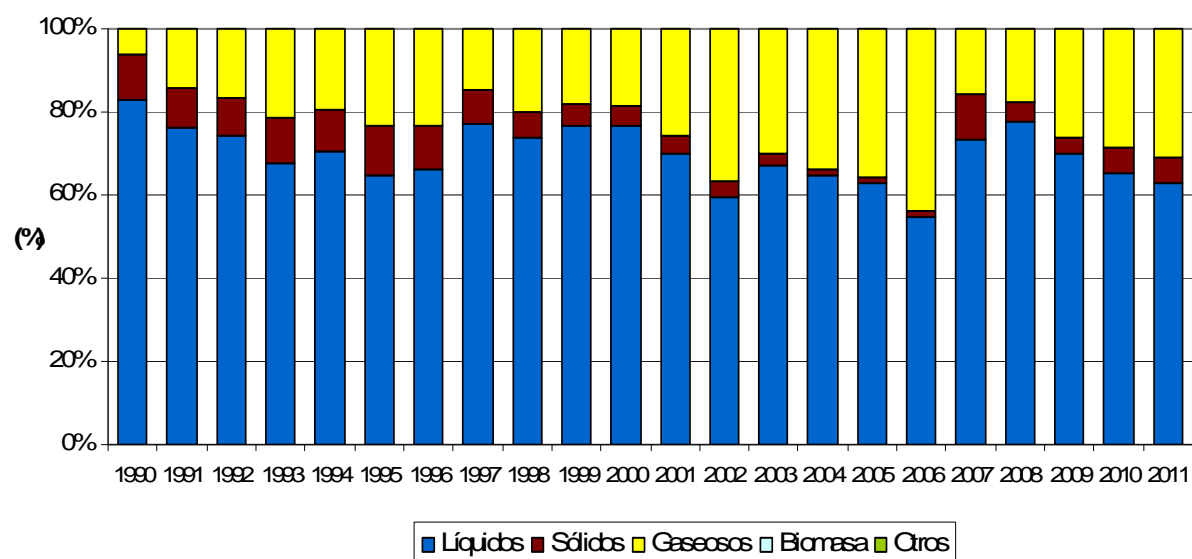
Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Líquidos	15.635	12.298	30.526	32.445	30.325	28.296	27.533	28.296	25.295
Gasóleo	502	442	1.402	1.702	3.265	2.926	2.544	2.459	2.375
Fuelóleo	9.745	10.263	12.260	14.793	15.092	14.981	13.891	14.225	13.973
G.L.P.	401	356	490	537	493	493	403	448	358
Coque de petróleo	4.987	1.237	16.374	15.413	11.475	9.896	10.694	11.164	8.589
Sólidos	1.999	2.323	1.775	820	4.685	1.893	1.465	2.627	2.545
Hulla y antracita	244	194	139	134	148	167	159	188	188
Coque	1.756	2.129	1.636	685	4.537	1.726	1.305	2.438	2.356
Gaseosos	1.195	4.415	7.408	18.514	6.464	6.362	10.356	12.498	12.382
Gas natural	1.195	4.415	7.408	18.514	6.464	6.362	10.356	12.498	12.382
Total	18.830	19.036	39.709	51.779	41.473	36.551	39.354	43.421	40.221

¹⁶ Esta variación en el perfil temporal de estos últimos años está siendo investigada con el departamento del MINETUR-Energía que elabora el balance energético de España, tanto para este sector como para los restantes sectores industriales, siendo un punto relevante en las prioridades del GT-Energía.

Para la metalurgia no férrea, el consumo mayoritario de combustibles corresponde a los combustibles líquidos y gaseosos (véase figura 3.5.3) ya que suponen más del 88% del total del consumo de este sector a lo largo del periodo inventariado. En cuanto al mix relativo, se observa que hasta el año 2006 gana participación el consumo de gas natural, pero que a partir de dicho año, éste pierde ponderación aunque con oscilaciones entre años. Este descenso que se observa en el consumo de gas natural en los años 2007-2011, y que afecta a la evolución global del consumo de combustibles en este sector, tiene la misma justificación que la ya mencionada en el sector del hierro y el acero.

Por último, y siguiendo las recomendaciones del ERT, se ha incluido como consumo energético en este sector el consumo remanente de coque de petróleo que originariamente figura en los balances energéticos como de uso no-energético y cuyo sector consumidor para tal uso no ha podido ser identificado en el inventario.

Figura 3.5.3.- Categoría 1A2b. Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}



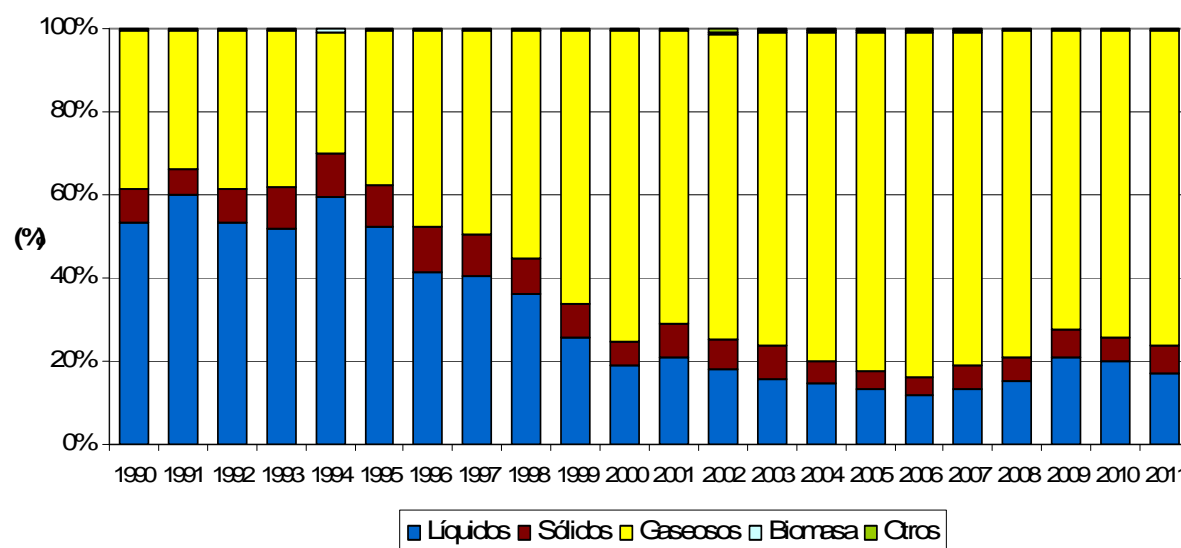
En la tabla 3.5.6 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector químico (categoría 1A2c).

Tabla 3.5.6.- Categoría 1A2c. Consumo de combustibles (Cifras en TJ_{PCI})

Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Líquidos	44.215	62.452	23.529	21.884	19.187	22.595	21.322	20.367	19.066
Gasóleo	2.332	2.443	4.379	6.082	4.387	4.294	4.210	4.498	3.398
Fuelóleo	35.499	50.675	9.472	6.512	6.099	6.668	5.755	4.330	5.526
G.L.P.	5.777	9.314	9.269	9.269	8.419	8.284	8.150	8.105	7.389
Coque de petróleo	14	20	409	21	282	3.348	3.207	3.433	2.753
Gas de refinería	593								
Sólidos	6.679	11.850	7.022	6.781	7.681	7.809	6.704	5.869	7.177
Hulla y antracita	5.667	7.553	6.022	6.326	6.498	6.465	5.900	5.457	6.585
Lignito negro	509								
Coque	392	78	70	80	1.183	1.344	804	412	591
Gas de coquería		3.950	931	374					
Gas de horno alto	111	270							
Gaseosos	31.614	44.539	92.073	131.659	113.749	114.823	72.122	75.815	83.646
Gas natural	31.614	44.539	92.073	131.659	113.749	114.823	72.122	75.815	83.646
Biomasa	574	674	737	718	718	718	718	718	718
Otra biomasa sólida	564	548	545	545	545	545	545	545	545
Biogás	10	125	192	173	173	173	173	173	173
Otros				921	943	214			
Residuos industriales				921	943	214			
Total	83.082	119.515	123.362	161.963	142.277	146.160	100.865	102.770	110.607

En el sector químico, véase figura 3.5.4, el combustible dominante a partir de finales de la década de los noventa es el gas natural, que alcanza una cuota participativa que, a partir del año 2004, se sitúa en torno al 80% del total de esta categoría, y que presenta una evolución creciente hasta el año 2005, iniciándose a partir de dicho año un descenso, que se acentúa finalmente por la recesión económica. Este incremento del consumo de gas natural tiene como contrapartida el progresivo descenso que se observa en el consumo de combustibles líquidos, especialmente del fuelóleo, cuya contribución pasa del 53% del año 1990 al 17% del año 2011, lo que refleja la sustitución de combustibles producida en este sector. En cuanto a los combustibles sólidos, con una contribución muy inferior al total de esta categoría, el consumo está limitado a un número reducido de instalaciones. Por último, el consumo de los restantes tipos de combustibles es prácticamente testimonial.

Por último, el incremento que se observa en el consumo de coque de petróleo en los años 2007-2011, y que afecta a la evolución global del consumo de combustibles en este sector, tiene la misma justificación que la ya mencionada en el sector del hierro y el acero.

Figura 3.5.4.- Categoría 1A2c. Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI} 

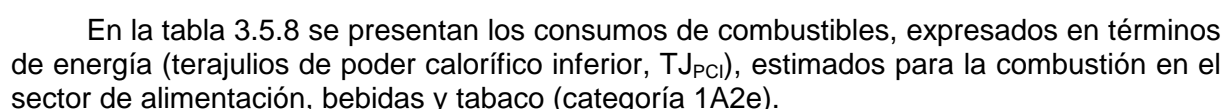
En la tabla 3.5.7 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector de la pasta de papel, papel e impresión (categoría 1A2d).

Tabla 3.5.7.- Categoría 1A2d. Consumo de combustibles (Cifras en TJ_{PCI})

Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Líquidos	22.328	20.708	17.431	10.989	10.850	11.004	9.630	8.399	8.025
Gasóleo	344	655	1.819	2.374	2.502	2.546	2.560	2.544	1.878
Fuelóleo	21.317	19.140	14.293	7.246	7.152	7.252	6.077	4.899	5.123
G.L.P.	561	914	1.237	1.218	1.075	1.075	896	807	852
Coque de petróleo	107		83	151	121	131	97	149	173
Sólidos	2.964	3.121	2.583	1.100	871	662	617	211	297
Hulla y antracita	2.522	3.121	2.583	1.100	871	662	617	211	101
Lignito negro	442								197
Gas manufacturado									
Gaseosos	22.414	37.558	66.746	87.242	78.203	76.961	69.865	72.694	77.487
Gas natural	22.414	37.558	66.746	87.242	78.203	76.961	69.865	72.694	77.487
Biomasa	22.011	25.371	32.616	38.621	40.305	36.869	36.270	39.540	39.249
Madera/Res. de madera	3.431	4.629	5.634	6.007	6.762	5.582	8.223	7.715	8.063
Otra biomasa sólida				18	93	56	112	138	132
Licor negro	18.217	20.428	26.658	32.106	32.923	30.518	27.358	30.897	30.352
Biogás	363	314	324	490	527	713	577	791	701
Total	69.717	86.758	119.376	137.953	130.229	125.495	116.383	120.844	125.058

En la figura 3.5.5 se muestran los consumos de combustibles en esta categoría, donde destaca el dominio que tienen el gas natural y los combustibles de biomasa, destacando dentro de este último tipo de combustibles el consumo de licor negro que se produce en las plantas de fabricación de pasta de papel. Como puede apreciarse, se produce aumento considerable del consumo de gas natural, cuya cuota participativa en esta categoría pasa del 32% en el año 1990 al 62% del año 2011, como consecuencia del

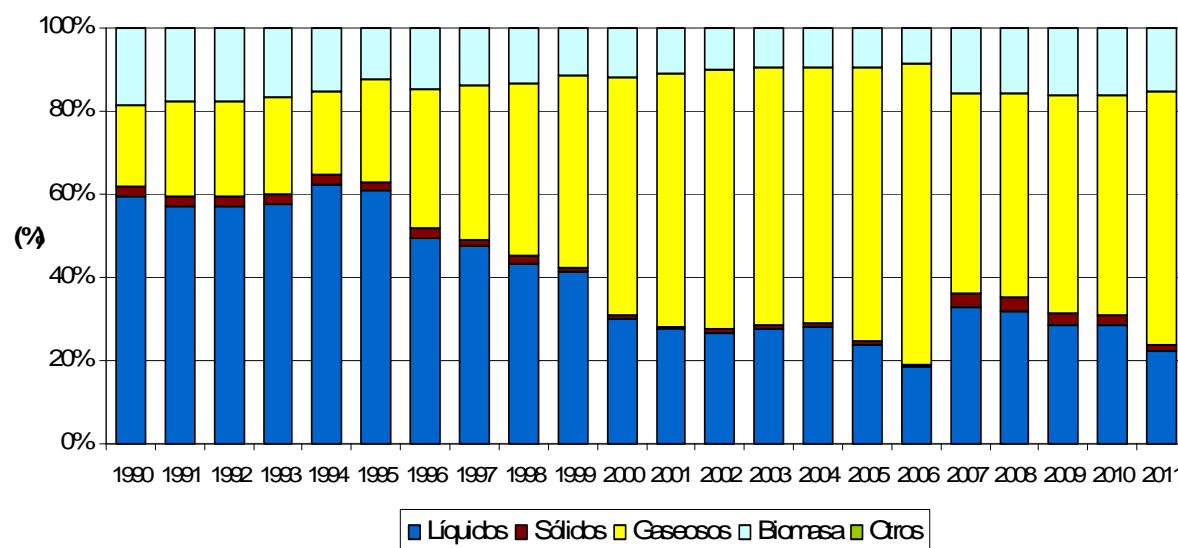
Figura 3.5.5.- Categoría 1A2d. Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}

[illegible]

El consumo de combustibles en el sector alimentario está dominado por los combustibles líquidos y gaseosos (véase la figura 3.5.6), con tendencias claramente diferenciadas entre estos dos tipos de combustibles. Así, el incremento que se produce en el consumo de gas natural, cuya participación pasa del 19% en el año 1990 al 61% en el año 2011, tiene su reflejo en la caída que se observa en los combustibles líquidos, cuya cuota dentro de esta categoría pasa del 59% del año 1990 al 22% del año 2011.

Por último, el descenso que se observa en el consumo de gas natural en los años 2007-2011, y que afecta a la evolución global del consumo de combustibles en este sector, tiene la misma justificación que la ya mencionada en el sector del hierro y el acero.

Figura 3.5.6.- Categoría 1A2e. Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}



En la tabla 3.5.9 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en otros sectores manufactureros y de la construcción (categoría 1A2f).

Tabla 3.5.9.- Categoría 1A2f. Consumo de combustibles (Cifras en TJ_{PCI})

Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Líquidos	179.251	198.516	222.692	252.479	239.558	214.509	188.907	188.882	171.603
Crudo de petróleo					248	257			267
Gasóleo	60.372	44.585	72.236	94.729	91.279	83.602	74.281	71.279	62.296
Fuelóleo	62.306	71.449	44.329	33.207	29.746	27.623	20.985	17.303	14.928
G.L.P.	4.606	4.276	3.914	4.076	3.558	3.426	2.894	2.924	2.386
Bitumen						266	53	34	41
Coque de petróleo	51.967	78.205	102.212	120.467	114.727	98.888	90.436	96.554	91.371
Otros deriv. del petróleo						446	257	788	315
Sólidos	54.027	14.428	8.730	6.995	11.219	8.852	2.322	1.421	8.336
Carbón coquizable									
Hulla y antracita	50.623	12.200	7.944	4.513	10.656	8.242	1.836	929	6.065
Lignito negro	54					64	90	140	134
Coque	3.279	2.228	786	541	564	547	396	352	1.529
Gas de coquería				1.941					
Gas manufacturado	72								609
Gaseosos	73.347	117.172	218.637	302.958	342.268	312.601	268.537	299.429	287.998
Gas natural	73.347	117.172	218.637	302.958	342.268	312.601	268.537	299.429	287.998
Biomasa	25.365	23.061	20.397	39.204	30.079	33.823	31.496	37.547	41.516
Madera/Res. de madera	20.070	18.038	15.485	21.967	20.203	20.520	18.986	26.270	28.999
Otra biomasa sólida	2.083	2.025	2.013	3.361	3.573	3.569	3.795	3.575	4.170
Biogás	3.212	2.999	2.899	13.876	6.303	9.734	8.715	7.701	8.347
Otros			1.106	4.304	5.570	5.103	7.266	9.383	12.127
Residuos industriales			1.106	4.304	5.570	5.103	7.266	9.383	12.127
Total	331.990	353.177	471.562	605.940	628.693	574.888	498.528	536.662	521.580

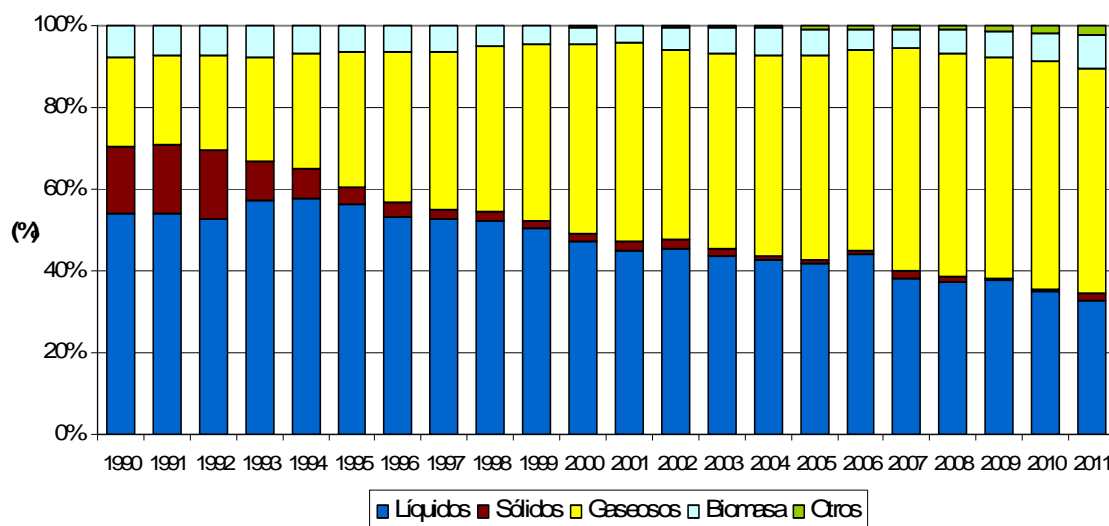
En cuanto a la distribución de combustibles, cuya representación gráfica se muestra en la figura 3.5.7, puede observarse el incremento de la cuota participativa del consumo de gas natural, que pasa de suponer el 22% del total del consumo de esta categoría 1A2f en el año 1990 al 55% en el año 2011. Esta evolución creciente del consumo de gas natural¹⁷ incide notoriamente en la cuota participativa de los combustibles líquidos, los cuales pasan de suponer el 54% en el año 1990 al 33% del año 2011. La variación en los niveles participativos de estos dos tipos de combustibles refleja la progresiva sustitución realizada en el consumo de combustibles, ya que si bien el consumo de combustibles líquidos muestra en términos absolutos una evolución creciente hasta el año 2005, este crecimiento está principalmente sostenido por el aumento del consumo de coque de petróleo (básicamente en las actividades de fabricación de cemento y cal), aunque con un descenso a partir del año 2007 como consecuencia del menor nivel de actividad de estos dos sectores, mientras que el consumo de fuelóleo presenta una tendencia claramente decreciente a partir del año 1994.

Para los combustibles sólidos, con una cuota participativa en los primeros años de la serie entre el 16% y el 17%, se observa un apreciable descenso a partir del año 1993, siendo su contribución en los últimos años de la serie de escasa incidencia dentro de este sector (inferior al 2%). En cuanto a los combustibles biomasa, puede apreciarse una estabilidad en los niveles de consumo, situándose su cuota participativa en valores inferiores al 8% del total del sector. Por último, el grupo de otros combustibles, con niveles

¹⁷ Como ya se ha mencionado en el análisis del consumo de combustibles de otros sub-sectores industriales, el consumo de gas natural en esta categoría 1A2f presenta un apreciable incremento en los años 2007-2011, reflejando el aumento que figura en los balances energéticos publicados por la AIE y EUROSTAT para sectores industriales no especificados.

de participación prácticamente testimoniales, está compuesto casi en su totalidad por la valorización energética de residuos que se realiza en el sector cementero.

Figura 3.5.7.- Categoría 1A2f. Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}



Para la estimación de las emisiones de CO_2 se da preferencia, siempre que se ha podido disponer de la información pertinente¹⁸, al procedimiento de cálculo que parte del contenido de carbono de cada combustible utilizado, y se complementa el cálculo estequiométrico elevado a masa de CO_2 con la inclusión del factor de oxidación (véase la ecuación [3.2.1] y la explicación del algoritmo con más detalle en el epígrafe 3.2.2), utilizándose factores de emisión por defecto a partir de características estándares de los combustibles cuando no se ha podido disponer de los datos necesarios para aplicar el algoritmo anterior. Para la estimación de las emisiones de CH_4 se aplican factores de las guías metodológicas de EMEP/CORINAIR sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI, con la excepción de la combustión de gas natural en motores estacionarios, para los cuales se ha utilizado un factor de emisión facilitado por los principales proveedores de este tipo de instalaciones y los factores para maquinaria móvil industrial, en términos de masa de combustible, calculados conforme a los factores y metodología Tier 2 descritos en el Libro Guía EMEP/EEA 2009. En cuanto a las emisiones de N_2O , se aplican los factores seleccionados de las diferentes guías metodológicas (EMEP/CORINAIR, IPCC) y de fuentes sectoriales e institucionales (API, CITEPA) igualmente sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI. Este mismo procedimiento se sigue para la estimación de los demás contaminantes considerados en el CRF (SO_2 , NO_x , COVM y CO), con la excepción de aquellos casos en los que las propias plantas han facilitado emisiones medidas.

¹⁸ Este es el caso, entre otros, de los sectores industriales de la siderurgia integral, la fabricación de pasta de papel y la fabricación de aluminio, en los que se dispone de esta información vía cuestionario individualizado a plantas.

En las tablas 3.5.10 a 3.5.14 se presentan los factores de emisión utilizados en la estimación de las emisiones diferenciados por tipo de instalación, si bien debe señalarse que en el caso del CO₂ los factores indicados (salvo excepciones que se detallan) son aquellos que se utilizan por defecto cuando no se dispone de las características específicas del combustible. En el caso de los hornos, y debido a la gran variedad de valores de los factores de emisión que se presentan en las referencias dependiendo del proceso realizado y de las condiciones de operación, se muestran rangos de factores, en particular para el CH₄. Por otro lado, la tabla 3.5.14 correspondiente a maquinaria móvil industrial compendia la serie de factores anuales determinados en función de una aproximación a la composición del parque de este tipo de maquinaria, figurando en ella el rango de los valores aplicados para los años del periodo inventariado.

Tabla 3.5.10.- Factores de emisión. Calderas

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,7	0,7
Fuelóleo	76	2,9	1,5
G.L.P.	65	0,9	2,5
Coque de petróleo	98,3	0,3	2,5
Gas de refinería	55	2,5	1,5
Carbón coquizable	94	3	3
Hulla y antracita	101	15 (1) 3 (2)	1,6
Lignito negro	99,42	15 (1) 3 (2)	1,6
Coque	103 – 107 (3)	15 (1) 1,3 (2)	3
Gas manufacturado	52	1,4	2,5
Gas de coquería	41,3-45 (3)	2,5	1,75
Gas de horno alto	242,9-293,5 (3)	0,3	1,75
Gas de acería	182,4-191,6 (3)	0,3	2,5
Gas natural	55-56 (4)	1,4	0,9
Madera/Res. de madera	110	16,7 (5) 18 (1) (6) 32 (2) (6)	4
Residuos agrícolas	110	30	4
Lodos de depuradora	110	30	4
Licor negro	73	1	4
Biogás	112	2,5	1,75
Residuos industriales (7)	30,82-33,35 (8)	2,5 (9)	1,75 (9)

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10, y Capítulo 111, Tablas 27, 29 y 30

Manual de Referencia 1996 IPCC, tabla 1-1, para el CO₂ de la biomasa

Manual de Referencia 1996 IPCC, tabla 1-7 para el CH₄ de los lodos de depuradora

Manual de Referencia 1996 IPCC, tabla 1-8, para el N₂O de la hulla y antracita, lignito negro, madera y residuos de madera, carbón vegetal, residuos agrícolas, lodos de depuradora y licor negro (asimilado en este caso por el contenido en biomasa).

CITEPA, para el N₂O del coque de petróleo, los GLP, los gases siderúrgicos, el gas manufacturado (en este caso asimilado a otros combustibles gaseosos) y el biogás.

API Compendium para el N₂O del fuelóleo, del gasóleo y del gas natural ("Uncontrolled boilers and heaters")

(1) Calderas de potencia térmica nominal entre 50 y 300 MWt.

(2) Calderas de potencia térmica nominal < 50 MWt.

(3) El rango de factores de CO₂ indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado.

(4) Años 1990 y 1991: 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

(5) Madera

(6) Residuos de madera

(7) Se incluye aquí el gas residual (off-gas) utilizado en una planta química.

(8) El rango indicado se ha derivado a partir de la información sobre el CO₂ certificado para el Comercio de Derechos de Emisión de una planta que consume este tipo de combustible (véase nota 7).

(9) Asimilado al gas de coquería.

Tabla 3.5.11.- Factores de emisión. Turbinas de gas

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gasóleo	73	4	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	4	1,3
Propano	63,8	1	2,5

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, Tablas 24-30 y Capítulo 112, Tablas 5-10.

CITEPA, para el N₂O del fuelóleo, los G.L.P y el gas de acería.

API Compendium para el N₂O del gasóleo (asimilado al factor de emisión de motores estacionarios) y del gas natural ("Uncontrolled turbines")

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

Tabla 3.5.12.- Factores de emisión. Motores estacionarios

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,5	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	316	1,3
Gas de acería	182,0-191,6 (2)	0,3 (3)	2,5

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10.

Factor de emisión facilitado por los principales proveedores de motores estacionarios para el CH₄ del gas natural.

CITEPA, para el N₂O del fuelóleo.

API Compendium para el N₂O del gasóleo ("Large Bore Diesel Engine") y del gas natural ("4 Cycle – Lean Burn Engine")

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

(2) Obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas del combustible en cuestión en el periodo inventariado.

(3) Asimilado al factor de emisión de calderas.

Tabla 3.5.13.- Factores de emisión. Hornos

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Crudo de petróleo	72,6	5	1,75
Gasóleo	73	1,5 – 4	1,5
Fuelóleo	76	0,7 – 5	1,75
G.L.P.	65	0,9 – 1	2,5
Coque de petróleo	98,3	0,3 – 1,5	2,5
Gas de refinería	54,1	2,5	1,75
Asfalto	93,6 (7)	1 (8)	1,75 (8)
Residuos ind. de petróleo	76 (10)	1 (8)	1,75 (8)
Otros comb. líquidos	72,9 (7)	30 (6)	4 (10)
Hulla y antracita	99,42 101	1 – 3 50 (4) 50 (5)	1,4 – 3
Carbón sub-bituminoso	120,8	1	3
Estériles de escombrera	114,7 – 120,1 (1)	1	3
Coque	103 – 105 (1)	0,5 – 1,5 50 (4) 50 (5)	1,4 – 3
Gas de coquería	41,1-45 (1)	2,5 257 (5)	1,75
Gas de horno alto	242,9-293,5 (1)	0,3 257 (5)	1,75
Gas de acería	181,3-184,4 (1)	0,3	2,5
Coque desorbido	90,04 (7)	30 (6)	4 (10)
Gas natural	55-56 (2)	1 - 4 14 (5)	2,5
Madera/Res. de madera	110	0,2 - 32	4
Harinas animales	110	0,2 (9)	4
Grasas animales	110	0,2 (9)	4
Celulosa	110	0,2 (9)	4
Lodos de depuradora	110	30 (6)	4
Neumáticos	59,61-63,99 (3)	1	2,5
Disolventes residuales	84	1	2,5
Aceites usados	73	1	2,5
Serrín impregnado	49,5 (3)	0,2 (9)	4
Plásticos	73,5 (7)	30 (6)	4 (10)
Otros residuos	80	30 (6)	2,5

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulos 323 a 3323; Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10, y Capítulo 111, Tablas 27, 29 y 30

Manual de Referencia 1996 IPCC, tabla 1-1, para el CO₂ de la biomasa

CITEPA, para el N₂O excepto los combustibles biomasa.

Manual de Referencia 1996 IPCC, Tabla 1-8, para el N₂O de la biomasa.

Manual de Referencia 1996 IPCC, Tabla 1-17, para el CH₄ de los hornos de cemento y cal (excepto biomasa y residuos).

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) - Working Group Cement. "The Cement CO₂ Protocol: CO₂ Emissions Monitoring and Reporting Protocol for the European Emissions Reduction & Trading System". Guide to the Protocol. May 22, 2003, para el CO₂ de los neumáticos, el serrín impregnado y otros residuos.

- (1) El rango de factores de CO₂ indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado.
- (2) Años 1990 y 1991: 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.
- (3) Se parte del factor de emisión de CO₂ indicado en WBCSD-Working Group Cement (85 kg/GJ para los neumáticos y 75 kg/GJ para el serrín impregnado) y se aplica el ratio C fósil/C total deducido de la información facilitada por las plantas cementeras para el Comercio de Derechos de Emisión. Para los neumáticos, la fracción de carbono fósil diferenciada por años es: 1997-2007 = 70,13% (F.E. = 59,61 t CO₂/TJ); 2008 y 2009 = 69,15% (F.E. = 58,78 t CO₂/TJ); 2010 y 2011 = 75,28% (F.E. = 63,99 t CO₂/TJ).
- (4) Hornos de yeso. Libro Guía EMEP/CORINAIR. Capítulo 324. Tabla 2
- (5) Hornos de sinterización. Libro Guía EMEP/CORINAIR. Capítulo 331. Tabla 8.2a.
- (6) Manual de Referencia 1996 IPCC, Tabla 1-7.
- (7) Información facilitada por las plantas sobre el CO₂ certificado para el Comercio de Derechos de Emisión.
- (8) Asimilado al fuelóleo
- (9) Asimilado a residuos de madera
- (10) Manual de Referencia 1996 IPCC, Tabla 1-8. Asimilado al valor propuesto para "Otra biomasa y residuos"

Tabla 3.5.14.- Factores de emisión. Maquinaria móvil industrial

	CO ₂ (t/t)	CH ₄ (kg/t)	N ₂ O (kg/t)
Gasóleo	3,160	0,034-0,117	0,127-0,136

Fuente: Elaboración basada en el Libro Guía EMEP/EEA 2009, Parte B, Capítulo 1.A.4. Non-road mobile source and machinery, Tablas 3-2, 3-3 y 3-7

3.5.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Uno de los rasgos más destacables en la caracterización de la incertidumbre de esta fuente clave es la heterogeneidad de actividades y tipos de combustible que combina. Cada una de ellas tiene sus propias incertidumbres, que deben ser adecuadamente ponderadas para estimar la incertidumbre del agregado, tanto de la variable de actividad como de los factores de emisión. Por lo que respecta a los factores de emisión de CO₂, la incertidumbre se ha derivado considerando, por un lado, la incertidumbre del contenido de carbono de los combustibles y, por otro, la del factor de oxidación.

Para los combustibles sólidos, se estima que la incertidumbre de la variable de actividad se sitúa en torno al 5%, límite superior del rango propuesto por la Guía 2006 IPCC (tabla 2.15) para el cruce *sistema estadístico bien desarrollado y extrapolación* (rango: 3%-5%), ya que, si bien el consumo está localizado en un número no muy amplio de sectores y, en alguno de ellos en grandes plantas, de las que se obtiene información por cuestionario directo, la información debe ser complementada con extrapolaciones para estimar el resto de consumos (otros subsectores y plantas). En cuanto al factor de emisión, su incertidumbre se ha calculado como combinación de las incertidumbres componentes del 1,5% en el factor de oxidación y del 15% en el contenido de carbono; esta última componente se ha estimado, a su vez, como promedio de las incertidumbres, comparativamente más reducidas, asociadas a las características de este tipo de combustible en fuentes puntuales, para las que se dispone de información directa de planta, con las propias de las fuentes de área, notablemente menos precisas.

Para los combustibles líquidos, y en lo que se refiere a la variable de actividad, el procedimiento de recopilación de información (cuestionarios directos a grandes plantas complementado con extrapolación al conjunto restante de plantas y sectores) se encuadra, atendiendo a la clasificación presentada en la tabla 2.15 de la Guía 2006 IPCC, dentro de un *sistema estadístico bien desarrollado con extrapolación*. En consecuencia, la incertidumbre asociada al consumo de esta clase de combustibles se ha cuantificado en un 10%, límite superior del rango propuesto por la citada guía para este tipo de sistema en la industria general (rango: 5%-10%). Con relación al factor de emisión, la incertidumbre asociada incorpora la propia incertidumbre en el contenido de carbono, estimada en un 3% de acuerdo a la variabilidad en las características, y en el factor de oxidación, cifrada en un 1%.

Con respecto a los combustibles gaseosos, que contempla únicamente el gas natural, la información referente a la variable de actividad, compilada por segmentos sectoriales y de cantidad en cuanto a tipos de tarifa, se enmarca dentro un “sistema estadístico bien desarrollado” y prácticamente exhaustivo, existiendo sin embargo una cierta indefinición en la combinación de consumo imputable a electricidad en cogeneración y resto de consumos por actividades sectoriales. Atendiendo a estas consideraciones se ha tomado para el

consumo de gas natural una incertidumbre del 5%, límite superior del rango sugerido en tabla 2.15 de la Guía 2006 IPCC para sistemas bien desarrollados basados en encuestas (rango: 3-5%). En cuanto al factor de emisión de CO₂, la incertidumbre se sitúa en un 1,5% de acuerdo con la precisión elevada del contenido de carbono, calculada en un 1,4% a partir de la composición molar anual facilitada por la empresa transportista del gas, y factor de oxidación de este combustible, estimada en un 0,5%.

Dada la heterogeneidad de los combustibles considerados dentro del grupo “Otros combustibles”, junto con el menor desarrollo general observado en los sistemas de captura de información y la aplicación de extrapolación, se estima una incertidumbre en la variable de actividad del 17,5%, dentro del rango indicado en la tabla 2.15 de la Guía 2006 IPCC para este cruce de sistema y origen de datos (rango: 15-20%). En base a la heterogeneidad ya citada, la incertidumbre global en el factor de emisión de CO₂ se estima del 5%, tal y como aparece reflejado en la Guía 2006 IPCC (tabla 2.13).

Por lo que a la coherencia temporal de la variable de actividad se refiere, se asume que la parte dominante de la combustión industrial tiene asociada un elevado grado de coherencia, al provenir la información sobre los consumos de combustibles de fuentes homogéneas con un alto grado de cobertura sectorial e incluso a nivel individualizado de planta. Asimismo, la parte correspondiente a la maquinaria móvil, que se ha determinado con ayuda de patrones de actividad (véase apartado 3.5.2), los cuales se considera que poseen también un buen nivel de coherencia temporal.

3.5.4.- Control de calidad y verificación

Dentro de las actividades de control de calidad se ha realizado la contrastación de la información sobre variables de actividad, tanto en los sectores en que se obtiene la información vía cuestionario individualizado (siderurgia integral, fabricación de aluminio primario, producción de pasta de papel) como en aquellos en que la información facilitada por las asociaciones empresariales relevantes viene desglosada por provincia (como por ejemplo cemento, cal, ladrillos y tejas). Para los primeros se analizan tanto los datos sobre cantidades de combustibles consumidas como las características específicas de los mismos para cada planta; mientras que en los segundos, se hace especial hincapié en la coherencia de las series de consumos, estudiándose en su caso los posibles valores atípicos. Adicionalmente, para determinadas actividades, especialmente de la industria metalúrgica, se han cotejado los requerimientos energéticos por unidad de producto fabricado referidos en la literatura (BREFs de IPPC, EMEP/CORINAIR) con los ratios empíricos resultantes de la explotación de la información de base del inventario, y en caso de existir discrepancias notables se han investigado las causas potenciales y, eventualmente, revisado las series de consumo energéticos.

Adicionalmente, se ha utilizado en el sector de fabricación de cal, cuando ha estado disponible, la información de CO₂ certificado dentro del marco del Comercio de Derechos de Emisión, para contrastar y, en su caso, completar la información que para este sector facilita la asociación empresarial (ANCADE), que da como una información agregada la parte estimada de las empresas no asociadas. Para el sector de fabricación de clínker de cemento, se ha utilizado la información de CO₂ certificado para obtener características

(poderes caloríficos y contenidos de carbono) de combustibles no estándar (principalmente residuos valorizados energéticamente) utilizados en esta actividad.

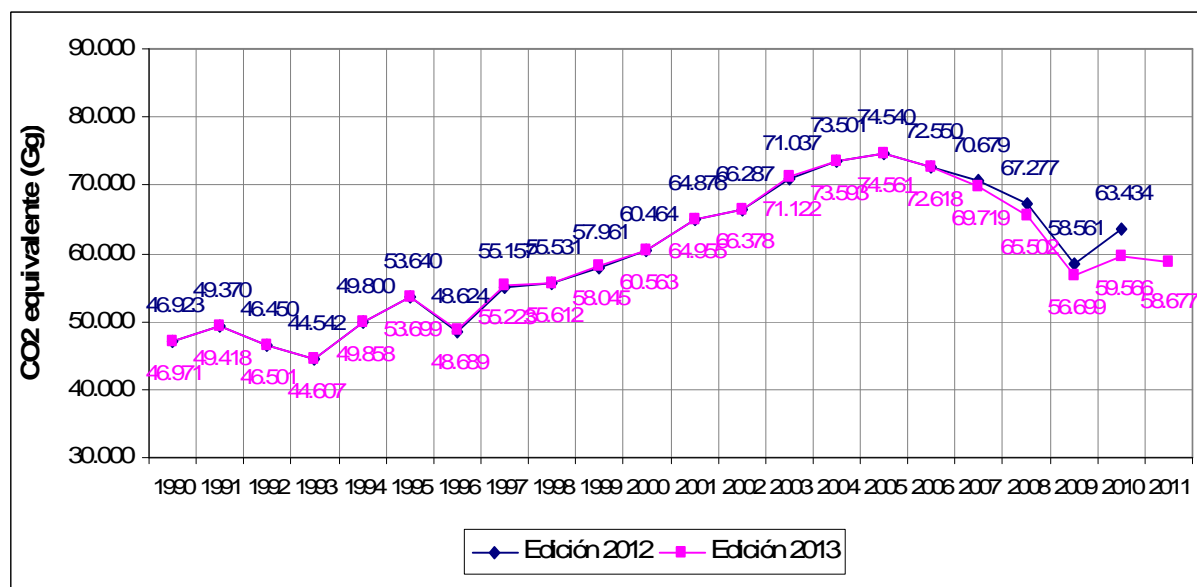
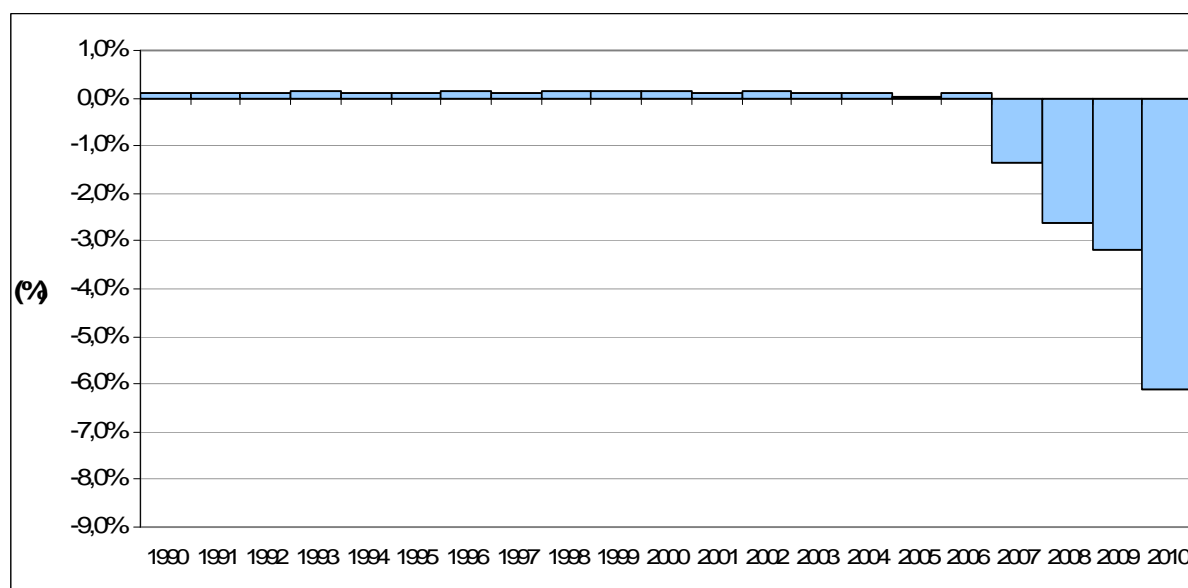
3.5.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se detallan las principales modificaciones realizadas en la estimación de las emisiones de las categorías de esta fuente clave con respecto a la edición anterior del inventario.

- El cambio de alcance más relevante es la revisión sistemática que se hace del balance de combustibles que se utiliza específicamente para el inventario de emisiones. Debe reseñarse aquí que para el último año de cada edición del inventario sólo se dispone de los cuestionarios energéticos internacionales, y de éstos a veces sólo un avance, lo que implica en general que en la edición del año siguiente deban ser revisadas las cifras que en el año anterior se habían tomado de dichos cuestionarios al disponerse en este momento posterior de la información de los propios balances energéticos de AIE y EUROSTAT.
- Se ha revisado para todo el periodo 1990-2010 el poder calorífico inferior del coque metalúrgico consumido en los hornos de fundición de hierro (categoría 1A2a), y en las actividades de producción de cobre primario y zinc secundario (categoría 1A2b).
- Para los años 2008-2010 se han revisado las características (poder calorífico inferior, contenido de carbono) del gas de coquería utilizado en las plantas siderúrgicas integrales (categoría 1A2a).
- Para el año 2010, se ha revisado la desagregación de las emisiones de CO₂ por tipo de combustible (sólidos y gaseosos) en una instalación de cogeneración de la categoría 1A2a.
- Para los años 1991-2007 se ha revisado la estimación del consumo de gas natural en la producción de cobre primario.
- Se han revisado las producciones de plomo secundario y aluminio secundario para los años 2008-2010 y, consecuentemente, la estimación del consumo de combustibles (carbón, fuelóleo y gas natural) que se realiza en estas actividades.
- Se ha incorporado en la presente edición del inventario la estimación de las emisiones en la producción de cal intermedia en los sectores de fabricación de carburo de calcio (categoría 1A2c) y de azúcar (categoría 1A2e).
- Se han modificado los consumos de gas natural de 2010 (turbinas de gas, motores estacionarios y hornos de proceso) en la fabricación de productos de cerámica fina (azulejos y baldosas) como consecuencia de la revisión de dichos consumos facilitada por la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos, Pavimentos y Baldosas Cerámicas (ASCER). La actualización de estos datos supone un descenso de las emisiones de CO₂-eq de 186,4 Gg en el año 2010.

- El consumo de gasóleo de la maquinaria móvil industrial, actividad encuadrada dentro de la categoría 1A2f, ha sido reestimado sobre la base de la serie revisada de la Formación Bruta de Capital Fijo en la Construcción (en índice de volumen encadenado). El indicador económico anual aplicado, construido a partir de los resultados de la Contabilidad Nacional Trimestral elaborada por el Instituto Nacional de Estadística, ha experimentado correcciones, de menor cuantía, para los años del periodo 1997-2010. Esta variación se ha propagado consecuentemente a la estimación de consumo y emisiones asociadas a esta actividad.
- Reubicación de la serie de consumo imputable a generación eléctrica en plantas autoproducidas del sector comercial-institucional (categoría IPCC 1A4a) dentro de la categoría IPCC 1A2. La limitada cobertura temporal en la información de base disponible para distribuir por sectores económicos el consumo total para autoproducción eléctrica contribuía a una falta de homogeneidad en las series de consumos sectoriales estimados en la edición pasada del inventario para este tipo de plantas. Con el propósito de asegurar la homogeneidad temporal se ha optado en la presente edición por integrar las partidas de combustible atribuidas a la generación eléctrica en autoproducidas de otros sectores dentro del sector industrial. Este ejercicio ha supuesto modificaciones en las estimaciones del gas natural y de combustibles renovables (biomasa sólida y biogás) consumidas por esta categoría IPCC para el periodo 2006-2009.
- El consumo de coque de petróleo de uso no energético cuyo sector consumidor no ha podido ser identificado en el inventario, se imputa, siguiendo las recomendaciones del ERT, como consumo energético, ubicándose dentro de la categoría 1A2b, dado que originalmente el consumo no energético figura en los balances de EUROSTAT y de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) en el sector de la metalurgia no férrea. Este consumo remanente ha sido revisado para todo el periodo inventariado, a partir de la nueva información disponible de consumo no energético de este combustible que ha podido ser recabada en diversos sectores (fabricación de aluminio primario, ferroaleaciones, silicio metal y carburos).

La comparación de resultados de las emisiones de CO₂-eq de esta fuente clave entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos de valores absolutos en la figura 3.5.8 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 3.5.9. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO₂-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en esta categoría supone incrementos en los años 1990-2006 que oscilan entre el 0,03% del año 2005 y el 0,16% del año 2000, mientras que en el periodo 2007-2010 se produce un descenso de las emisiones que oscila entre el 1,36% del año 2007 (959 Gg de CO₂-eq) y el 6,10% del año 2010 (3.868 Gg de CO₂-eq).

Figura 3.5.8.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012**Figura 3.5.9.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012**

3.5.6.- Planes de mejora

Una primera línea de actuación en los planes de mejora es la de continuar y profundizar con el acceso a información individualizada por planta en determinados sectores de la metalurgia no férrea en los que el número de plantas existentes es reducido y, por tanto el balance coste/beneficio del tratamiento de la información por planta es positivo (se

trata de las actividades de fabricación de plomo secundario y cobre secundario, donde para algunas de ellas ya se dispone de información individualizada).

Otra mejora en este conjunto de actividades será la inclusión, en función de la disponibilidad de información, en la próxima edición del inventario de las emisiones de fabricación de cal en centros de actividad con producción intermedia en los sectores de producción de carbonato sódico y fundiciones de cobre (sobre los que no se tiene constancia en la actualidad) para confirmar la producción efectiva en España y, en su caso, iniciar el levantamiento de información primaria.

Por otro lado, si bien este planteamiento requiere un horizonte de ejecución temporal mayor, se pretende continuar con el proceso de mejora de la información básica sobre consumos de biomasa así como la tipificación de sus clases por cuanto son relevantes para la determinación de las características de poderes caloríficos y factores de emisión.

Por último, tras la creación del GT-Energía, se pretende mejorar la información sobre sectores de destino del uso de determinados combustibles (entre ellos, prioritariamente, el coque de petróleo y el gas natural), así como el uso no energético de combustibles que pueden afectar a la estimación de las emisiones, tanto de las actividades de combustión como de determinados procesos industriales.

3.6.- Tráfico aéreo nacional (1A3a)

3.6.1.- Descripción de la actividad

En esta categoría se recogen las actividades de transporte efectuadas por las aeronaves en el ámbito nacional. Se distinguen dos tipos de operaciones: a) ciclos de aterrizaje-despegue (CAD) realizados en los aeropuertos y b) navegación de crucero. Los CAD comprenden a su vez las operaciones de aterrizaje (por debajo de 1000 m. de altura), las maniobras que realiza el avión hasta llegar al punto de desembarque, las maniobras que realiza el avión desde el punto de embarque hasta la cabecera de pista y el despegue (de nuevo hasta alcanzar los 1000 m. de altura).

En la tabla 3.6.1 se muestran las emisiones de CO₂, siendo este el gas que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 3.6.2 se complementa la información anterior incluyendo las emisiones asociadas por combustión de CH₄ y N₂O, y expresando el conjunto de las emisiones de los tres gases en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía.

Tabla 3.6.1.- Emisiones de CO₂ (Cifras en Gg)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1.762	2.093	3.461	4.145	4.476	4.159	3.629	3.511	3.338

Tabla 3.6.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	1.780	2.115	3.496	4.186	4.521	4.201	3.665	3.546	3.371
Índice CO ₂ -eq	100,0	118,8	196,4	235,2	254,0	236,0	205,9	199,2	189,4
% CO ₂ -eq sobre total inventario	0,63	0,68	0,92	0,97	1,05	1,05	1,01	1,02	0,96
% CO ₂ -eq sobre energía	0,84	0,88	1,21	1,21	1,32	1,33	1,29	1,33	1,24

En cuanto a los factores determinantes de la explicación de la tendencia de las emisiones, el elemento relevante ha sido la expansión prácticamente sostenida de la variable de actividad (medida por ejemplo por el movimiento de aeronaves), expansión que sólo se ha visto revertida con los descensos de los años 1993, 2002 y la caída monótona experimentada en los últimos años, periodo 2008-2011. Entre las causas principales de estos mínimos relativos cabe destacar como principal condicionante la coyuntura económica nacional en los años 1993 y en este último periodo; y, para el caso del año 2002, la repercusión internacional de los atentados terroristas en Estados Unidos de septiembre de 2001.

Cabe hacer mención de la inclusión esta categoría de los consumos de carburante, y emisiones asociadas, correspondientes al tráfico aéreo militar, lo cual ha sido anotado en el CRF mediante la correspondiente etiqueta "IE" (incluido en otra parte) para la categoría 1A5. En general, el criterio de asignación del consumo de combustibles de los equipos tácticos militares en el balance ha sido el de asociarlos con la partida de la actividad civil homóloga o más similar.

3.6.2.- Metodología

Para realizar la estimación de las emisiones (de dióxido de carbono y metano) en esta categoría se ha aplicado una adaptación nacional del enfoque metodológico de nivel 2b propuesto por IPCC en la Guía de Buenas Prácticas 2000 para el queroseno de aviación para el periodo 1999-2011¹⁹. Para los años más remotos (periodo 1990-1998), al disponer sólo de información de base menos detallada, se ha aplicado una metodología específica del país basada en datos agregados de movimientos de aeronaves y de una caracterización estimada de la flota y sus operaciones (distancias medias) para cada aeropuerto nacional de origen^{20 21}. En la selección del método se han seguido los criterios expuestos en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, figura 2.8, según los cuales el grado de desglose en la

¹⁹ Para el año 2011, al no estar disponible la información de base detallada, se han asumido para cada aeropuerto nacional las condiciones de operación (composición de la flota de aeronaves que operaban en el aeropuerto, características de los vuelos realizados con origen el aeropuerto) correspondientes al año 2010. No obstante, sí se ha utilizado la información disponible de 2011 referente al número de operaciones.

²⁰ "IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories", apartado 2.5.

²¹ Para la determinación del consumo marginal de gasolina de aviación (y emisiones asociadas) se ha contemplado un enfoque de nivel 1, basado en los datos de ventas del carburante.

información disponible relativa a los movimientos de aeronaves determina la elección del nivel de enfoque metodológico en cuestión.

La estimación del carburante consumido para tráfico aéreo nacional se ha desarrollado armonizando un procedimiento *bottom-up*, basado en los movimientos (salidas) registrados y tipología de la flota de aeronaves, y un procedimiento *top-down*, basado en las cifras totales de ventas de combustible de aviación. Este cálculo se ha implementado en dos fases sucesivas:

a) Determinación del consumo para tráfico nacional e internacional en función de los movimientos de aeronaves registrados:

Esta etapa comprende el cálculo del consumo (y emisiones) por el tráfico aéreo con el modelo nacional MECETA (Modelo de Cuantificación de Emisiones del Transporte Aéreo) desarrollado por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos de la Universidad Politécnica de Madrid y revisado, con la validación posterior de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, por SENASA²². Este modelo proporciona una estimación diferenciada por segmento aéreo, nacional o internacional, y fase de vuelo incorporando, como variables y parámetros de entrada, los datos de operación, datos de composición anual de la flota de aeronaves, consumos específicos y factores de emisión que se detallan a continuación:

- El número de movimientos (salidas) de aeronaves por cruce de aeropuerto nacional²³ origen-destino y tipo de aeronave (clasificación ICAO²⁴), tomado como una aproximación al número de ciclos de aterrizaje y despegue en tráfico nacional en estos aeropuertos, se ha elaborado a partir de la información registrada en el Sistema de Estadísticas Aeroportuarias de AENA (periodo 1999-2010). La ausencia de un registro para años precedentes (periodo 1990-1998) y la falta de información análoga disponible para el año 2011 ha motivado la compleción de la serie con los datos agregados de movimientos (salidas) por aeropuerto nacional de origen y segmento (sin discriminación por tipo de aeronave) publicados en las estadísticas de tráfico aéreo del Ministerio de Fomento.

En la tabla 3.6.3 se proporciona el número de ciclos de aterrizaje y despegue anual asignados al segmento nacional.²⁵

²² SENASA: Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica

²³ Aeropuertos nacionales y bases españolas con operaciones civiles-

²⁴ ICAO: International Civil Aviation Organization

²⁵ En la estadística de movimientos de aeronaves (variable proxy de actividad en aeropuertos) no se recogen los movimientos correspondientes a aeronaves militares y de Estado. Asimismo para el cálculo con el modelo MECETA se han excluido los vuelos registrados de aeronaves con pistón y helicópteros. No obstante, sí debe quedar constancia de que el consumo de combustible del tráfico aéreo asociado a la categoría 1A3a es el consumo (ventas) total de combustible de aviación, ajustando el consumo calculado y las emisiones asociadas al total de ventas registradas (véase subapartado siguiente).

Tabla 3.6.3.- Número de ciclos CAD en tráfico nacional

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
199.155	264.085	417.986	513.494	578.310	551.567	483.408	470.862	442.928

- La caracterización de cada tipo de aeronave según su configuración de motores/turbinas, mediante porcentajes de representatividad de cada configuración en la flota de ese tipo de aeronave, y la asimilación del cruce tipo de aeronave * motor a una aeronave representante o *aeronave tipo*²⁶, información obtenida por juicio de experto del sector.
- Los parámetros de operación en aeropuertos contemplados en el modelo, en concreto el tiempo medio y el reglaje de régimen según tipo de operación. Los valores estándares especificados por ICAO ²⁷ se han revisado para adaptarlos a las condiciones operativas en los aeropuertos nacionales con la información de vuelos reales facilitada por las compañías aéreas españolas. Por lo que respecta a los parámetros de operación analizados, se han ajustado el tiempo medio de rodaje (*taxi-in* y *taxi-out*) en cada aeropuerto nacional²⁸ y el ratio de *derate*, o empuje reducido, en el despegue atendiendo a ciertos factores determinantes como la configuración de la aeronave, su radio de alcance de sus vuelos o su capacidad. ²⁹.
- Las distancias ortodrómicas, o de máximo radio, entre aeropuertos.
- Los niveles de consumo y emisiones de NO_x, CO y HC, por unidad de tiempo y régimen de empuje, para cada tipo de aeronave y operación en aeropuertos. Las curvas de consumo y emisiones en función del empuje aplicado (porcentaje de empuje máximo) han sido ajustadas a partir de la información recopilada de la base de datos diseñada por ICAO relativa a emisiones de escape y consumos por tipo de motor certificado a reacción en las distintas operaciones del ciclo de aterrizaje y despegue³⁰.

²⁶ Se entiende por *aeronaves representantes o aeronaves tipo* aquel subconjunto de aeronaves (24 tipos de aeronaves) que, representativa por criterios de preponderancia en los movimientos de aeronaves en espacio español, fueron seleccionados para un análisis específico en la fase de desarrollo del modelo MECETA. Los restantes tipos de aeronave (tipo de aeronave*motor) fueron asociados a las aeronaves representantes mediante la aplicación de *coeficientes de asimilación* estimados por juicio de experto.

²⁷ "International Standards and Recommended Practices, Environmental Protection. Annex 16, Volume II Aircraft Engine Emissions (second ed.)" Edición 1993. ICAO.

²⁸ Tiempos de rodaje en pista estimados en la fase de desarrollo del modelo MECETA sobre la base de datos de 2007 medidos por la compañía española IBERIA en los aeropuertos nacionales con mayor número de movimientos.

²⁹ Los valores de *derate*, o empuje reducido, en el despegue aplicados (5% para aviones de corto y medio radio, y 12% para aeronaves de largo alcance) han sido determinados por expertos a partir de la información facilitada por compañías aéreas españolas.

³⁰ Versión 071004 ICAO_Engine_Emissions_Databank-Issue_15-B, disponible en la página web de la autoridad aeronáutica del Reino Unido CAA, entidad administradora de la base de datos a petición de ICAO.

Los niveles de consumo y emisiones de NO_x, CO y HC, por unidad de distancia, para cada *aeronave tipo* en las operaciones de crucero. Las curvas de consumo y emisiones derivadas de los valores publicados en el Libro Guía EMEP/EEA 2009³¹, valores referidos a la distancia real del trayecto, han sido corregidas en la fase de desarrollo del modelo MECETA para expresarlas en términos de las distancias ortodrómicas, o de máximo radio, información disponible en la práctica. La estimación de esta corrección se ha desarrollado sobre una muestra de vuelos efectuados durante un periodo representativo de control, en el cual se recopilaron datos de consumos reales del vuelo en aeronaves representantes de compañías aéreas españolas.

El cálculo de los consumos (emisiones) imputables a los CAD en tráfico aéreo (nacional e internacional) se efectúa agregando los consumos (emisiones) estimados para cada aeropuerto a partir de los consumos específicos (factores de emisión) por aeronave, de una distribución del tráfico existente por tipo de aviones y de los tiempos y regímenes de empuje del motor medios destinados a cada operación en dicho aeropuerto. Para asignar unos ratios de consumo por aeronave el modelo MECETA pondera los factores de la base de datos de ICAO de motores, ajustados a los empujes y tiempo de ejecución estimados para cada fase, según la configuración de motores (número, modelos y representatividad) estimada para ese tipo de aeronave.

El consumo (emisiones) atribuido a la navegación de crucero en cada uno de los dos segmentos se ha derivado computando para cada tipo de aeronave el número de vuelos efectuados entre dos aeropuertos, origen-destino. El factor de consumo (emisión) aplicado para cada una de estas aeronaves viene determinado a partir de los factores corregidos (a distancia ortodrómica) del Libro Guía EMEP/EEA para las distintas *aeronaves tipo* aplicando los correspondientes *coeficientes de asimilación* estimados para ese tipo de aeronave³².

Para solventar la limitada disponibilidad de información para el periodo 1990-1998, técnicos de SENASA³³ han desarrollado un procedimiento simplificado de extrapolación reduciendo el análisis, para cada segmento de tráfico (nacional vs internacional), a doce modelos de vuelos operados, cada uno de ellos, por una *aeronave tipo* diferente. La selección de estas aeronaves se ha realizado atendiendo a su tipología (partición en cuatro grandes grupos según configuración de la aeronave, radio de alcance en sus vuelos y número de asientos) y a su cuota de participación en el año 1999; así, se han elegido para cada uno de los cuatro grandes grupos o bloques de aeronaves prefijados por los expertos, según las características arriba señaladas, un número reducido de representantes (dos o cuatro tipos de aeronaves) que cubriera la práctica totalidad de movimientos efectuados en

³¹ Capítulo "1.A.3.a, 1.A.5.b Aviation" de la citada guía y hojas de cálculo adjuntas.

³² Véase nota al pie 26.

³³ La Dirección General de Calidad, Evaluación Ambiental y Medio Natural (DG-CEAMN) del MAGRAMA suscribió en ediciones pasadas del inventario un acuerdo de encomienda a SENASA para la realización de actividades relacionadas con el tráfico aéreo cubiertas en la Directiva 2001/81/CE sobre Techos Nacionales de Emisión y en la Inventario Nacional de Emisiones

1999 por aeronaves pertenecientes al grupo en cuestión^{34,35}. Por lo que se refiere a los vuelos designados, los expertos han escogido una ruta real (aeropuerto origen-destino) para cada tipo de aeronaves seleccionada cuya distancia ortodrómica (o de máximo radio) sea más próxima a la distancia media obtenida con los movimientos de 1999 para el cruce de segmento y bloque de aeronaves al que pertenece.

Bajo supuestos de estabilidad en la partición de movimientos por grandes grupos de aeronaves para el periodo 1990-1998, se ha construido para los años 1990 y 1995 la distribución de la flota tipo (con las doce aeronaves tipo clave en 1999) para cada segmento de tráfico a partir de la información sobre evolución de la flota recopilada en las memorias anuales de las principales compañías aéreas que operaban en ese periodo³⁶. Tomando las distribuciones resultantes para estos años (1990, 1995 y 1999) se ha extendido al periodo 1990-1998 mediante un procedimiento de interpolación.

b) Ajuste del consumo estimado a las ventas de carburante de aviación:

El modelo MECETA proporciona cifras de consumo total para tráfico aéreo, nacional e internacional, que difieren ligeramente de los datos de suministro para tráfico aéreo en los cuestionarios internacionales de productos petrolíferos remitidos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR) a los organismos internacionales, AIE y EUROSTAT. Esta divergencia del consumo calculado con la estimación de ventas se sitúa dentro del rango comprendido entre -7,0%, para el año 2000, y 4,5%, para el año 1991, respecto a las cantidades anuales vendidas:

Conforme a las directrices de IPCC relativas a la compleción en la estimación de las emisiones de CO₂ asociado a todo el combustible vendido para aviación³⁷, el Inventario ha cuadrado el consumo de carburante de aviación en los dos segmentos (nacional e internacional) con las ventas aplicando un factor de escalado (ratio ventas totales vs. consumo de carburante de aviación) para cada cruce de segmento y fase del vuelo³⁸. El procedimiento de ajuste se ha abordado análogamente para las emisiones de todos los contaminantes contemplados en el Inventario.

³⁴ Para la práctica de dicho método los técnicos han caracterizado los tipos de aeronaves asignando cada uno de los mismos al bloque o categoría agregada correspondiente. Con esta correspondencia construida, los expertos han identificado las aeronaves tipo clave de cada bloque atendiendo al número de operaciones realizadas en 1999.

³⁵ Medida de significación de la familia de aeronaves representada por la aeronave tipo.

³⁶ Memorias anuales de Iberia, AVIACO, Spanair y Air Europa.

³⁷ Apartado 2.5.1.4 de la Guía de Buenas Prácticas

³⁸ Tal y como se advierte en el apartado relativo a la descripción de la actividad, la metodología de cálculo aplicada (corrección de consumos a ventas) asigna los consumos (ventas) de carburante (y emisiones asociadas) de aeronaves militares dentro de esta categoría, habida cuenta de que, según declaración de la Subdirección General de Hidrocarburos del MINETUR, departamento competente para la cumplimentación de los cuestionarios internacionales de productos petrolíferos, los cuestionarios incluyen las partidas de combustible destinadas a instalaciones y equipos militares tácticos.

En la tabla 3.6.4 se presentan los consumos de combustibles finales, expresados en términos de energía, con distinción por fase de vuelo (TJ de poder calorífico inferior).

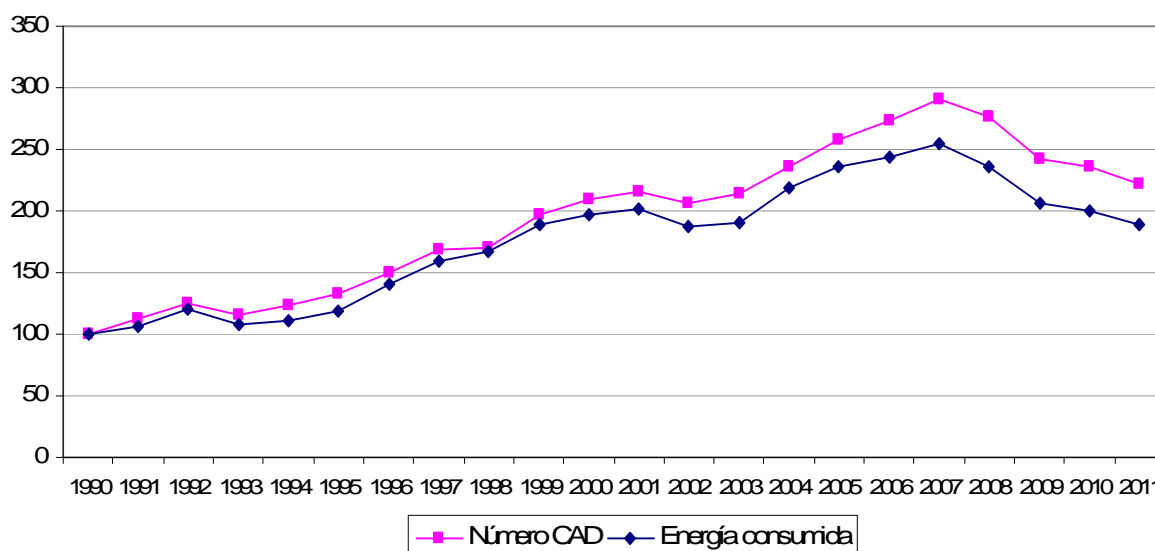
Tabla 3.6.4.- Consumo de combustibles (Cifras en TJ_{PCI})

Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Gasolina aviación del cual	477		434	434	477	477	434	347	260
CAD	130		106	100	112	109	101	80	59
Crucero	347		328	333	365	368	333	266	201
Queroseno ⁽¹⁾ del cual	23.770	28.814	47.203	56.618	61.140	56.777	49.517	47.977	45.684
CAD	6.460	7.459	11.546	13.115	14.309	13.004	11.541	11.131	10.422
Crucero	17.311	21.355	35.657	43.503	46.831	43.773	37.976	36.846	35.262
Total	24.247	28.814	47.636	57.052	61.617	57.254	49.950	48.324	45.944

(1) Incluye, según los años, queroseno de aviación más gasolina tipo *jet fuel*.

La evolución temporal de los movimientos de aeronaves tiene su reflejo en el consumo de combustibles, aunque el paralelismo entre ambas series muestre algunas distorsiones, básicamente debidas al cambio en la composición de la flota (mejoras tecnológicas) y de la matriz origen-destino y, adicionalmente, al hecho de que el consumo total se ha cuadrado con las ventas. En la figura 3.6.1 se presentan los índices de evolución de los ciclos CAD de aeronaves y de los consumos estimados de combustibles de aviación, en unidades energéticas (TJ) de poder calorífico inferior, para tráfico nacional.

Figura 3.6.1.-Evolución del número de CAD y del consumo de combustibles para tráfico nacional (Año 1990=100)



En la elección de los factores de emisión aplicados se ha diferenciado si el consumo se efectúa por navegación de crucero o por CAD y/o el contaminante. En el caso concreto del CO₂, los factores de emisión vienen determinados aplicando las características del carburante de aviación implícitas en el factor por defecto propuesto en el Manual de

Referencia 1996 IPCC, tabla 1-52 (3,15 toneladas de CO₂ por tonelada de combustible) a los factores de consumo estimados.

3.6.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre en el consumo doméstico de combustible, que se ha estimado del orden del 15%, proviene primordialmente de la propia incertidumbre en la elevación del consumo para asegurar el cuadro del consumo total para tráfico aéreo nacional e internacional con las cifras de ventas de carburantes de aviación reportadas en los cuestionarios internacionales de productos petrolíferos.

Para el factor de emisión de CO₂ la incertidumbre asociada se ha evaluado en un 5% siguiendo las consideraciones contempladas en el capítulo 2, apartado 2.5.1.6, de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Con relación a la coherencia temporal de las series, se comenta que, si bien se distinguen dos sub-periodos bien diferenciados desde el punto de vista de la metodología aplicada (a partir del año 1999 y el periodo 1990-1998) dependiendo del grado de desagregación disponible en los datos de actividad, el procedimiento de determinación de los factores de consumo (emisión) por aeropuerto para los primeros años inventariados toma el año 1999 como año de referencia para la identificación del subconjunto de vuelos tipo (cruce de tipo de aeronaves y distancia del vuelo) sobre el cual restringir el cálculo. Los resultados obtenidos con esta metodología simplificada han sido analizados cotejando la aproximación que proporcionaría para el año 1999 con la estimación calculada a partir de la metodología más avanzada.

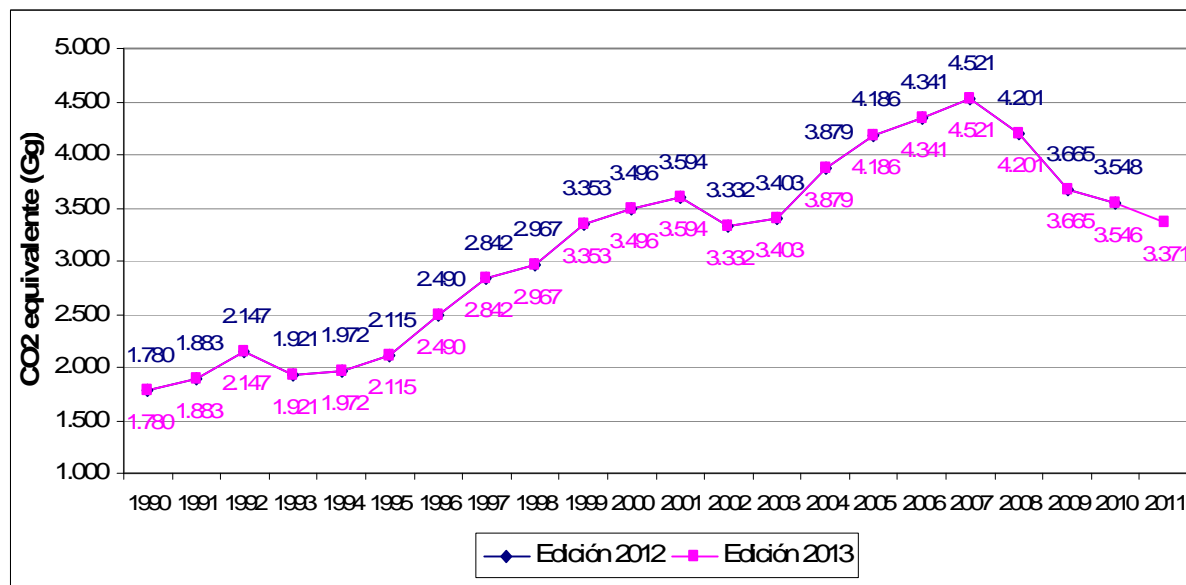
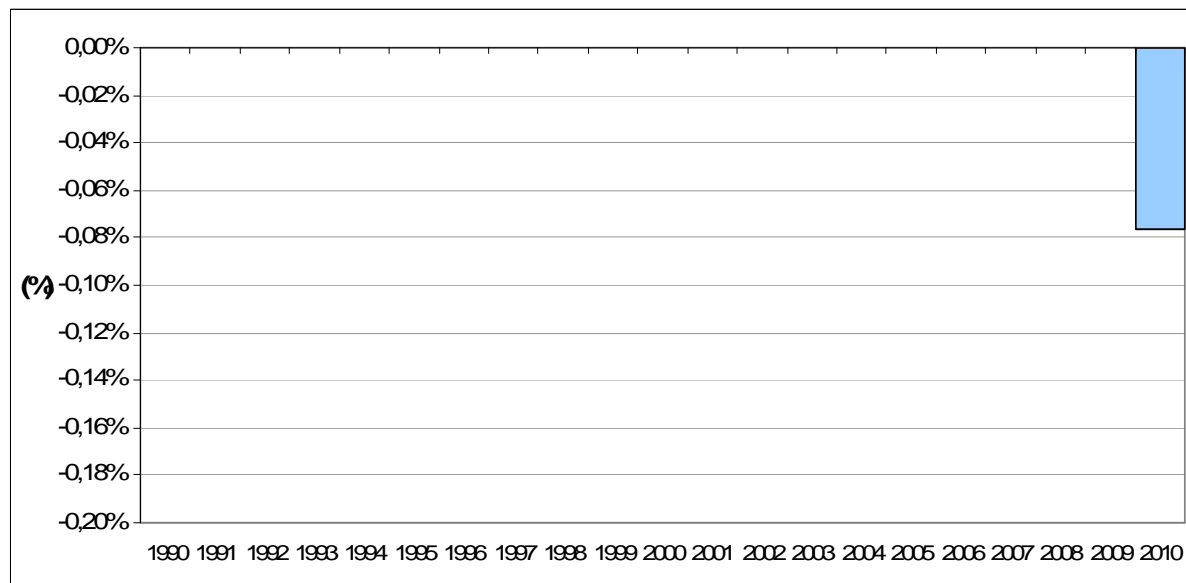
3.6.4.- Control de calidad y verificación

En la aplicación del algoritmo de estimación de emisiones se ha aplicado el criterio de ajustar los consumos de combustibles a las ventas según la información estadística del balance energético nacional para cuadrar el consumo total del tráfico aéreo (nacional + internacional) con las ventas totales al tráfico aéreo.

3.6.5.- Realización de nuevos cálculos

Las modificaciones desarrolladas en la presente edición del inventario se han centrado en la corrección de un error de transcripción en la cifra de consumo (ventas) de carburante de aviación asignada para el año 2010. Esta revisión del consumo total atribuido al tráfico aéreo (nacional e internacional) ha determinado una modificación, de idéntica magnitud, en las emisiones de gases de efecto invernadero estimadas para este segmento del tráfico.

En las figuras 3.6.2 y 3.6.3 se muestra la repercusión, en términos absolutos y porcentuales, de esta modificación arriba comentada en la estimación de CO₂-equivalente.

Figura 3.6.2.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012**Figura 3.6.3.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012**

3.6.6.- Planes de mejora

En la edición actual del inventario se ha seguido aplicando la metodología del modelo MECETA de tráfico y emisiones de la aviación civil, si bien sobre los resultados originales de dicho modelo, se ha realizado un ajuste de las estimaciones de consumo (y emisiones) resultantes del modelo para cuadrar los consumos de combustibles resultantes del modelo

con las cifras de ventas de carburante de aviación publicadas por organismos oficiales. Se proyecta continuar en la próxima edición el desarrollo, con asistencia de las entidades citadas, de un procedimiento más ajustado para la asignación del consumo elevado pendiente de imputar a cada cruce de segmento (nacional vs. internacional) y fase del vuelo (CAD vs. crucero) e integrar los datos de base y algoritmos de estimación de emisiones en el esquema de la base de datos relacional general del Inventario, pues hasta ahora se ha operado trabajando con un módulo complementario al núcleo de la base de datos.

3.7.- Transporte por carretera (1A3b)

3.7.1.- Descripción de la actividad

En esta categoría se contemplan las emisiones de contaminantes debidas al tráfico de vehículos automóviles cuya finalidad principal es el transporte por carretera de viajeros o mercancías. No se incluyen aquí los conjuntos de vehículos autopropulsados que, aunque realizan o pueden realizar un servicio de transporte, se clasifican y utilizan preferentemente como maquinaria de uso industrial o agroforestal (estos vehículos son objeto de tratamiento en las categorías 1A2 y 1A4 respectivamente).

La fuente de emisión de contaminantes de este epígrafe es el consumo de combustibles: gasolina con o sin plomo, gasóleo (incluyendo para gasolina y gasóleo sus respectivos componentes biogénicos), gas natural y gases licuados del petróleo. En la tabla 3.7.1 se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero de esta categoría mientras que en la tabla 3.7.2 se complementa la información anterior expresando las emisiones en unidades de CO₂-eq; asimismo en esa tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de las emisiones de esta categoría sobre las del total del inventario y del sector energía.

Tabla 3.7.1.- Emisiones por gas (Cifras en Gg)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂	51.201	60.562	77.150	92.245	97.855	92.630	86.538	83.319	78.890
CH ₄	15,00	14,87	11,96	7,70	6,29	5,37	4,97	4,49	4,04
N ₂ O	1,60	2,42	4,32	2,73	2,84	2,74	2,53	2,55	2,51

Tabla 3.7.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	52.011	61.624	78.738	93.252	98.868	93.593	87.426	84.204	79.754
Índice CO ₂ -eq	100,0	118,5	151,4	179,3	190,1	179,9	168,1	161,9	153,3
% CO ₂ -eq sobre total inventario	18,39	19,71	20,79	21,54	22,89	23,46	24,10	24,15	22,76
% CO ₂ -eq sobre energía	24,66	25,73	27,22	26,94	28,90	29,73	30,87	31,63	29,35

Fuentes clave:

Las fuentes clave de emisiones del transporte por carretera (1A3b) son las emisiones de CO₂ debidas al consumo de gasolina y gasóleo. Estas emisiones han tenido una evolución paralela a la del consumo (incluyendo en éste las correspondientes fracciones

biogénicas: éster y etanol). A la vista de las cifras presentadas a continuación en la tabla 3.7.3 se observa que las emisiones debidas a la gasolina muestran una pauta de decrecimiento constante desde hace aproximadamente 10 años, contrariamente a las del gasóleo, que han crecido ininterrumpidamente desde el año 1990 hasta el 2007, año en el que alcanzó el máximo histórico y desde entonces se ha experimentado una caída debida al descenso del consumo y al fuerte incremento de los componentes biogénicos añadidos al mismo.

Tabla 3.7.3.- Emisiones de CO₂ por combustible

CO ₂ emitido (Gg)	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Gasóleo	25.089	33.051	49.625	68.785	76.287	72.816	67.896	66.082	62.814
Gasolina	26.033	27.287	27.275	23.271	21.357	19.672	18.473	17.028	15.846

3.7.2.- Metodología

Variables de actividad

Las principales variables de actividad utilizadas en el cálculo de las emisiones del tráfico rodado se agrupan en cuatro categorías:

- I) Las cifras de consumo de combustibles elaboradas por el equipo de trabajo de los inventarios tomando como base la información de las siguientes fuentes:

“Energy Statistics of OECD Countries” de la Agencia Internacional de la Energía

“Energy Balance Sheets” de EUROSTAT, y

“Estadísticas de Consumo de Productos Petrolíferos” de la Subdirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

- II) Las cifras oficiales del parque registrado de vehículos, distribuido por categorías, edades, cilindradas y carga útil, publicadas en el *Anuario estadístico* de la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior.

- III) Las cifras de recorridos realizados en las redes de carreteras del Estado (RCE), de las Comunidades Autónomas y de las Diputaciones, proporcionadas por la Subdirección de Planificación de la Dirección General de Carreteras (DGC) del Ministerio de Fomento. Estas cifras de recorridos están desglosadas según categorías de vehículos y se corresponden con lo que en el inventario se denomina pautas interurbana y rural.

Complementariamente a la información proporcionada por la DGC, en el inventario de emisiones se integra la información derivada de la “Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera” (elaborada por la Subdirección General de Estadística y Estudios de la Dirección General de Programación Económica del Ministerio de Fomento) para la determinación de los recorridos y características de los vehículos pesados dedicados al transporte de mercancías.

- IV) La distribución de los recorridos de cada categoría de vehículos en las pautas interurbana, rural y urbana según cilindradas, edades, peso máximo autorizado y tipo de combustible, elaborada por el equipo de trabajo del inventario a partir de la información de la Dirección General de Carreteras anteriormente citada y de los

muestreos realizados en los viales del municipio de Madrid durante los años 2008 y 2009.

Consumo de combustibles

Los aspectos más destacados son el crecimiento del consumo de combustibles hasta el año 2007 inclusive como consecuencia de los incrementos interanuales en los recorridos de los vehículos, así como la caída continuada del mismo en los años posteriores acorde con la habida en los recorridos en el mismo periodo de tiempo. En lo que sigue se hace un análisis diferenciado según combustibles.

Gasolina y gasóleo fósiles:

Distinguiendo por tipo de combustible, destaca el firme crecimiento de la participación del consumo de gasóleo frente al de gasolina, consumo que, tras un crecimiento en los años iniciales seguido de estabilidad en los años intermedios, muestra una pauta de descenso sostenido a partir del año 1998. La evolución en cifras se sitúa para la gasolina en unos valores entre 8.000 y 9.000 Gg hasta el año 2003 para descender progresivamente hasta el nivel de 4.941 Gg en el año 2011, mientras que el gasóleo ha pasado de las 7.794 Gg en el año 1990 a 19.957 en el año 2011; es decir, se ha comenzado con un reparto prácticamente igualitario en el año 1990 y se ha alcanzado en el año 2011 una situación en la que el gasóleo representa casi las cuatro quintas partes del consumo total, como puede verse en la figura 3.7.1.

Gas natural:

Se ha dispuesto de la serie de consumos de gas natural en el periodo 2006-2011 en el transporte por carretera, facilitada por SEDIGAS, así como de la información histórica sobre las flotas de vehículos propulsados con gas natural. A partir de ambas informaciones se ha construido la serie de consumos de este combustible desde el año 1997 hasta el año 2005 atendiendo a los requerimientos de consumo de la flota de vehículos. En la tabla 3.7.4 siguiente se presenta dicha serie en unidades energéticas de poder calorífico inferior (PCI).

Tabla 3.7.4.- Consumo de gas natural en el periodo 1997-2011

Año	Consumo (TJ)
1997	103
1998	206
1999	309
2000	412
2001	515
2002	623
2003	721
2004	824
2005	927
2006	1.030
2007	1.607
2008	1.818
2009	2.142
2010	2.688
2011	2.940

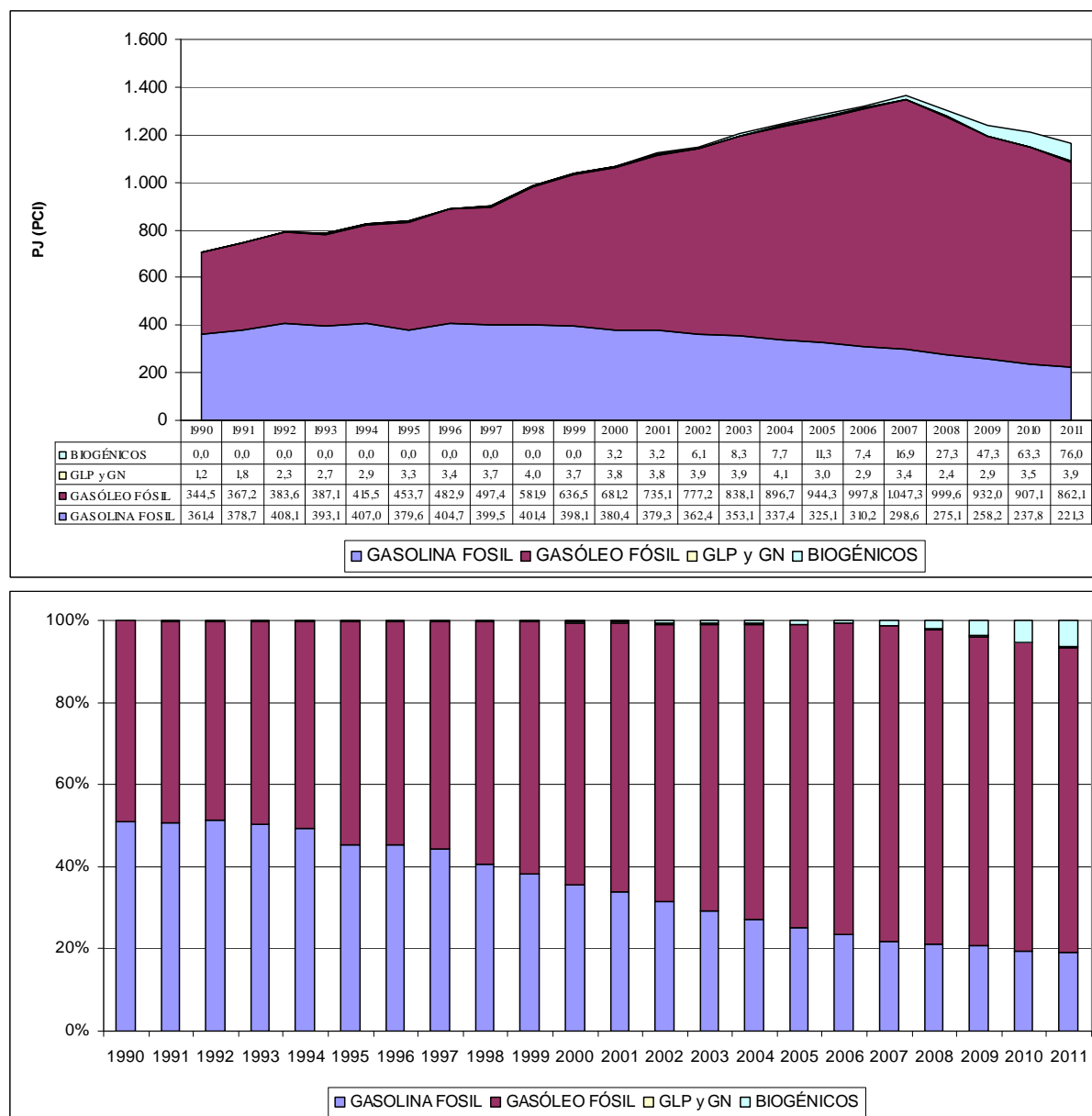
GLP:

En España, el consumo de gases licuados del petróleo en el tráfico rodado por carretera siempre ha sido marginal comparado con el de los otros combustibles, la evolución del consumo de este combustible ha pasado por distintas etapas, desde el año 1990 que comenzó con un consumo de 26 Gg hasta el año 1998 se produjo un crecimiento bastante grande llegando hasta 85 Gg, después su consumo descendió de forma continuada durante una década llegando hasta el mínimo consumo histórico con 13 Gg en el año 2008. Desde dicho año el consumo de GLP ha subido en pequeñas cantidades llegando en el año 2011 a los 21 Gg.

Componentes biogénicos de la gasolina y el gasóleo

Con respecto a los componentes biogénicos, tanto el del gasóleo (biodiésel) como el de la gasolina (bioetanol) han crecido significativamente en los últimos años, llegando a alcanzar el 7,7% del consumo total de gasóleos en el caso del biodiésel y el 6,7% del consumo total de gasolinas en el caso del bioetanol, ambos porcentajes calculados en masa de combustible consumido.

Las contribuciones a las emisiones de la parte fósil y renovable de los combustibles líquidos se presentan en las hojas Excel generadas por el CRF de la forma siguiente: las emisiones de CH₄ y N₂O se han computado en su integridad (es decir, las correspondientes tanto a la parte fósil como a la renovable) dentro de los combustibles líquidos fósiles, lo cual queda indicado en las emisiones de dichos contaminantes para la biomasa mediante la etiqueta "IE" (estimado en otra parte); mientras que para el CO₂ cada parte (fósil y renovable) tiene atribuida su emisión correspondiente, reportándose la asociada a la parte renovable sólo en concepto *pro-memoria*.

Figura 3.7.1.- Consumo de gasolinas y gasóleo (Cifras en Gg)**Parque circulante:**

En este documento se denomina parque circulante a la estructura de participaciones relativas de las distintas clases de vehículos en los recorridos. Una clase de vehículos se identifica por el cruce de las características siguientes, relacionadas de mayor a menor nivel de detalle: *categoría* (autocares, turismos, motocicletas, ciclomotores y vehículos de carga ligeros y pesados), *combustible* empleado (gasolina, gasóleo, GLP, gas natural), cilindrada o peso máximo dependiendo de la categoría y antigüedad (base sobre la que se determina la normativa aplicable al vehículo: *convencional*, *EURO I*, etc.).

El parque circulante se ha obtenido a partir de un estudio realizado en la zona central de la ciudad de Madrid a lo largo del año 2008 con objeto de ayudar en la toma de decisiones sobre la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno debidas al tráfico rodado; la distribución de recorridos resultante de este estudio se presenta en la tabla 3.7.5 siguiente:

Tabla 3.7.5.- Distribución de recorridos del Ayuntamiento de Madrid en el año 2008

CATEGORIA	CLASE	COMBUSTIBLE	NORMATIVA	%
A	AUTOCAR	BIODIESEL	EURO II - 91/542/EEC S II	0,11%
A	AUTOCAR	BIODIESEL	EURO III - COM(97) 627	0,84%
A	AUTOCAR	BIODIESEL	EURO IV - COM(1998) 776	0,16%
A	AUTOCAR	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,00%
A	AUTOCAR	GASÓLEO	EURO I - 91/542/EEC S I	0,01%
A	AUTOCAR	GASÓLEO	EURO II - 91/542/EEC S II	0,35%
A	AUTOCAR	GASÓLEO	EURO III - COM(97) 627	0,61%
A	AUTOCAR	GASÓLEO	EURO IV - COM(1998) 776	0,32%
A	AUTOCAR	GASÓLEO	EURO V - COM(1998) 776	0,11%
A	AUTOCAR	GASOLINA	CONVENCIONAL	0,01%
A	AUTOCAR	GNC	EEV	0,42%
A	AUTOCAR	GNC	EURO III - COM(97) 627	0,05%
A	AUTOCAR	OTROS MEDIOS	CONVENCIONAL	0,01%
C	CICLOMOTOR	GASOLINA	97/24/EC SII	0,86%
L	LIGERO	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,11%
L	LIGERO	GASÓLEO	EURO I - 93/59/EEC	0,16%
L	LIGERO	GASÓLEO	EURO II - 96/69/EC	0,67%
L	LIGERO	GASÓLEO	EURO III - 98/69/EC S 2000	2,79%
L	LIGERO	GASÓLEO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	2,21%
L	LIGERO	GASOLINA	CONVENCIONAL	0,01%
L	LIGERO	GASOLINA	EURO I - 93/59/EEC	0,00%
L	LIGERO	GASOLINA	EURO II - 96/69/EC	0,01%
L	LIGERO	GASOLINA	EURO III - 98/69/EC S 2000	0,03%
L	LIGERO	GASOLINA	EURO IV - 98/69/EC S 2005	0,02%
M	MOTOCICLETA	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,00%
M	250 - 750	GASOLINA	CONVENCIONAL	0,08%
M	250 - 750	GASOLINA	2002/51/EC SI	0,54%
M	250 - 750	GASOLINA	2002/51/EC SII	0,83%
M	250 - 750	GASOLINA	97/24/EC	0,11%
M	50 - 250	GASOLINA	CONVENCIONAL	0,11%
M	50 - 250	GASOLINA	2002/51/EC SI	1,02%
M	50 - 250	GASOLINA	2002/51/EC SII	1,57%
M	50 - 250	GASOLINA	97/24/EC	0,22%
M	>750	GASOLINA	CONVENCIONAL	0,07%
M	>750	GASOLINA	2002/51/EC SI	0,21%
M	>750	GASOLINA	2002/51/EC SII	0,33%
M	>750	GASOLINA	97/24/EC	0,06%
P	14 - 32	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,01%
P	14 - 32	GASÓLEO	EURO I - 91/542/EEC S I	0,01%
P	14 - 32	GASÓLEO	EURO II - 91/542/EEC S II	0,05%
P	14 - 32	GASÓLEO	EURO III - COM(97) 627	0,24%
P	14 - 32	GASÓLEO	EURO IV - COM(1998) 776	0,17%
P	14 - 32	GASÓLEO	EURO V - COM(1998) 776	0,02%
P	>32	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,00%
P	>32	GASÓLEO	EURO I - 91/542/EEC S I	0,00%
P	>32	GASÓLEO	EURO II - 91/542/EEC S II	0,00%
P	>32	GASÓLEO	EURO III - COM(97) 627	0,01%
P	>32	GASÓLEO	EURO IV - COM(1998) 776	0,05%
P	>32	GASÓLEO	EURO V - COM(1998) 776	0,00%
P	3,5 - 7,5	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,01%
P	3,5 - 7,5	GASÓLEO	EURO I - 91/542/EEC S I	0,00%
P	3,5 - 7,5	GASÓLEO	EURO II - 91/542/EEC S II	0,02%
P	3,5 - 7,5	GASÓLEO	EURO III - COM(97) 627	0,06%

Tabla 3.7.5.- Distribución de recorridos del Ayuntamiento de Madrid en el año 2008 (Continuación)

CATEGORIA	CLASE	COMBUSTIBLE	NORMATIVA	%
P	3,5 - 7,5	GASÓLEO	EURO IV - COM(1998) 776	0,06%
P	3,5 - 7,5	GASÓLEO	EURO V - COM(1998) 776	0,02%
P	7,5 - 14	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,03%
P	7,5 - 14	GASÓLEO	EURO I - 91/542/EEC S I	0,01%
P	7,5 - 14	GASÓLEO	EURO II - 91/542/EEC S II	0,05%
P	7,5 - 14	GASÓLEO	EURO III - COM(97) 627	0,13%
P	7,5 - 14	GASÓLEO	EURO IV - COM(1998) 776	0,07%
P	7,5 - 14	GASÓLEO	EURO V - COM(1998) 776	0,01%
P	PESADO	GASOLINA	CONVENCIONAL	0,00%
P	PESADO	OTROS MEDIOS	CONVENCIONAL	0,00%
T	TURISMO	GASES	EURO III - 98/69/EC S 2000	0,00%
T	<=2	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,19%
T	<=2	GASÓLEO	EURO I - 91/441/EEC	0,84%
T	<=2	GASÓLEO	EURO II - 94/12/EC	3,64%
T	<=2	GASÓLEO	EURO III - 98/69/EC S 2000	20,32%
T	<=2	GASÓLEO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	24,55%
T	>2	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,09%
T	>2	GASÓLEO	EURO I - 91/441/EEC	0,25%
T	>2	GASÓLEO	EURO II - 94/12/EC	0,61%
T	>2	GASÓLEO	EURO III - 98/69/EC S 2000	2,80%
T	>2	GASÓLEO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	4,39%
T	<1,4	GASOLINA	ECE 15/00-01	0,08%
T	<1,4	GASOLINA	ECE 15/02	0,07%
T	<1,4	GASOLINA	ECE 15/03	0,05%
T	<1,4	GASOLINA	ECE 15/04	0,47%
T	<1,4	GASOLINA	EURO I - 91/441/EEC	0,80%
T	<1,4	GASOLINA	EURO II - 94/12/EC	1,26%
T	<1,4	GASOLINA	EURO III - 98/69/EC S 2000	3,62%
T	<1,4	GASOLINA	EURO IV - 98/69/EC S 2005	2,51%
T	1,4 - 2	GASOLINA	ECE 15/00-01	0,01%
T	1,4 - 2	GASOLINA	ECE 15/02	0,02%
T	1,4 - 2	GASOLINA	ECE 15/03	0,02%
T	1,4 - 2	GASOLINA	ECE 15/04	0,75%
T	1,4 - 2	GASOLINA	EURO I - 91/441/EEC	1,40%
T	1,4 - 2	GASOLINA	EURO II - 94/12/EC	2,19%
T	1,4 - 2	GASOLINA	EURO III - 98/69/EC S 2000	5,32%
T	1,4 - 2	GASOLINA	EURO IV - 98/69/EC S 2005	3,51%
T	>2	GASOLINA	ECE 15/00-01	0,00%
T	>2	GASOLINA	ECE 15/02	0,00%
T	>2	GASOLINA	ECE 15/03	0,01%
T	>2	GASOLINA	ECE 15/04	0,23%
T	>2	GASOLINA	EURO I - 91/441/EEC	0,35%
T	>2	GASOLINA	EURO II - 94/12/EC	0,59%
T	>2	GASOLINA	EURO III - 98/69/EC S 2000	1,67%
T	>2	GASOLINA	EURO IV - 98/69/EC S 2005	1,32%
T	SOLAR	SOLAR	CONVENCIONAL	0,00%

Notas: Autobuses (A); Ciclomotores (C); Ligeros (L); Motocicletas (M); Pesados (P); Turismos (T).

Tomando como base el estudio citado, la participación de las diferentes clases de vehículos pesados en el transporte de mercancías, y los parques de vehículos registrados en la DGT en cada uno de los años de esta edición del inventario, se han construido los parques circulantes interurbano, rural y urbano para cada una de las unidades territoriales de base de los inventarios; más específicamente:

I) Parques circulantes interurbano y rural:

La estructura de recorridos de los vehículos pesados según clases: articulados y rígidos, peso máximo autorizado, edad y nivel de carga ha sido obtenida a partir de la información proporcionada por la Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera (EPTMC), completándose ésta, para los vehículos pertenecientes a estratos inferiores de tonelaje (no incluidos o deficientemente representados en la EPTMC), con la información del parque registrado de vehículos. El *vehículo pesado tipo* finalmente determinado en el año 2011 se presenta en la tabla 3.7.6 siguiente:

Tabla 3.7.6.- Vehículo pesado tipo

Categoría	Combustible	Normativa	Clase	%
Pesado	Gasóleo	CONVENCIONAL	14 - 32	0,88%
Pesado	Gasóleo	CONVENCIONAL	>32	0,33%
Pesado	Gasóleo	EURO I - 91/542/EEC S I	14 - 32	0,69%
Pesado	Gasóleo	EURO I - 91/542/EEC S I	>32	0,29%
Pesado	Gasóleo	EURO II - 91/542/EEC S II	14 - 32	3,11%
Pesado	Gasóleo	EURO II - 91/542/EEC S II	>32	4,98%
Pesado	Gasóleo	EURO III - COM(97) 627	14 - 32	7,96%
Pesado	Gasóleo	EURO III - COM(97) 627	>32	20,60%
Pesado	Gasóleo	EURO IV - COM(1998) 776	14 - 32	6,87%
Pesado	Gasóleo	EURO IV - COM(1998) 776	>32	29,57%
Pesado	Gasóleo	EURO V - COM(1998) 776	14 - 32	4,09%
Pesado	Gasóleo	EURO V - COM(1998) 776	>32	20,64%

En cuanto al resto de clases de vehículos se ha considerado representativa la distribución de recorridos por categorías de vehículos proporcionada en la información de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Las categorías vehículos de carga ligeros, motocicletas y autocares han sido desglosadas por combustibles, tamaños y edades según los resultados del estudio de Madrid corregidos de acuerdo con la estructura de los parques de vehículos provinciales en el caso de la circulación en pauta rural, y con la estructura del parque nacional de vehículos para la circulación en pauta interurbana.

En cuanto a los turismos, se ha aplicado el mismo procedimiento que el empleado para las otras categorías de vehículos ligeros con una corrección adicional en cuanto al desglose de recorridos por combustibles acorde con las exigencias de cierre del balance de consumos.

II) Parque circulante urbano:

La distribución de recorridos resultante del estudio de Madrid corregida según la estructura de los parques de vehículos provinciales ha sido considerada una mejor aproximación al parque circulante urbano que la aplicada en ediciones anteriores. El resumen de la misma a escala nacional puede verse en la tabla 3.7.7 siguiente:

Tabla 3.7.7.- Distribución del recorrido urbano**Año 1990**

CATEGORIA	COMBUSTIBLE	CLASE	NORMATIVA	%
A	Gasóleo	AUTOCAR	CONVENCIONAL	0,78%
A	Gasóleo	URBANO	CONVENCIONAL	0,65%
TOTAL A	Gasóleo			1,42%
TOTAL C	Gasolina	CICLOMOTOR	CONVENCIONAL	6,13%
L	Gasóleo	LIGERO	CONVENCIONAL	4,17%
L	Gasolina	LIGERO	CONVENCIONAL	0,67%
TOTAL L				4,85%
M	Gasolina	DOS TIEMPOS	CONVENCIONAL	2,37%
M	Gasolina	250 - 750	CONVENCIONAL	1,08%
M	Gasolina	50 - 250	CONVENCIONAL	2,06%
M	Gasolina	>750	CONVENCIONAL	0,46%
TOTAL M	Gasolina			5,97%
P	Gasóleo	14 - 32	CONVENCIONAL	0,97%
P	Gasóleo	>32	CONVENCIONAL	0,09%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	CONVENCIONAL	0,44%
P	Gasóleo	7,5 - 14	CONVENCIONAL	0,41%
TOTAL P	Gasóleo			1,90%
P	Gasolina	PESADO	CONVENCIONAL	0,01%
TOTAL P				1,91%
T	Gasóleo	<=2	CONVENCIONAL	10,54%
T	Gasóleo	>2	CONVENCIONAL	2,19%
TOTAL T	Gasóleo			12,73%
T	Gasolina	<1,4	ECE 15/00-01	4,19%
T	Gasolina	<1,4	ECE 15/02	3,20%
T	Gasolina	<1,4	ECE 15/03	10,11%
T	Gasolina	<1,4	ECE 15/04	18,76%
T	Gasolina	<1,4	PRE ECE	0,43%
T	Gasolina	1,4 - 2	ECE 15/00-01	1,10%
T	Gasolina	1,4 - 2	ECE 15/02	1,01%
T	Gasolina	1,4 - 2	ECE 15/03	3,33%
T	Gasolina	1,4 - 2	ECE 15/04	15,42%
T	Gasolina	1,4 - 2	PRE ECE	0,06%
T	Gasolina	>2	ECE 15/00-01	0,27%
T	Gasolina	>2	ECE 15/02	0,26%
T	Gasolina	>2	ECE 15/03	2,93%
T	Gasolina	>2	ECE 15/04	5,18%
T	Gasolina	>2	PRE ECE	0,01%
TOTAL T	Gasolina			66,27%
T	GLP	TURISMO	CONVENCIONAL	0,73%
TOTAL T				79,73%

Año 2011

CATEGORIA	COMBUSTIBLE	CLASE	NORMATIVA	%
A	Gasóleo	AUTOCAR	CONVENCIONAL	0,00%
A	Gasóleo	AUTOCAR	EURO I - 91/542/EEC S I	0,00%
A	Gasóleo	AUTOCAR	EURO II - 91/542/EEC S II	0,05%
A	Gasóleo	AUTOCAR	EURO III - COM(97) 627	0,20%
A	Gasóleo	AUTOCAR	EURO IV - COM(1998) 776	0,23%
A	Gasóleo	AUTOCAR	EURO V - COM(1998) 776	0,18%
A	Gasóleo	URBANO	EURO III - COM(97) 627	0,31%
A	Gasóleo	URBANO	EURO IV - COM(1998) 776	0,18%
A	Gasóleo	URBANO	EURO V - COM(1998) 776	0,12%
TOTAL A	Gasóleo			1,26%

Tabla 3.7.7.- Distribución del recorrido urbano (Continuación)**Año 2011 (Continuación)**

CATEGORIA	COMBUSTIBLE	CLASE	NORMATIVA	%
A	Gas Natural	AUTOCAR	EEV	0,02%
A	Gas Natural	AUTOCAR	EURO I - 91/542/EEC S I	0,02%
A	Gas Natural	AUTOCAR	EURO II - 91/542/EEC S II	0,03%
A	Gas Natural	AUTOCAR	EURO III - COM(97) 627	0,04%
TOTAL A	Gas Natural			0,11%
TOTAL A				1,37%
TOTAL C	Gasolina	CICLOMOTOR	97/24/EC SII	1,88%
L	Gasóleo	LIGERO	CONVENCIONAL	0,06%
L	Gasóleo	LIGERO	EURO I - 93/59/EEC	0,12%
L	Gasóleo	LIGERO	EURO II - 96/69/EC	0,40%
L	Gasóleo	LIGERO	EURO III - 98/69/EC S 2000	2,07%
L	Gasóleo	LIGERO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	2,68%
L	Gasóleo	LIGERO	EURO V - EC 715/2007	0,72%
TOTAL L	Gasóleo			6,05%
L	Gasolina	LIGERO	EURO I - 93/59/EEC	0,01%
L	Gasolina	LIGERO	EURO II - 96/69/EC	0,01%
L	Gasolina	LIGERO	EURO III - 98/69/EC S 2000	0,03%
L	Gasolina	LIGERO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	0,02%
L	Gasolina	LIGERO	EURO V - EC 715/2007	0,00%
TOTAL L	Gasolina			0,07%
TOTAL L				6,12%
M	Gasolina	DOS TIEMPOS	CONVENCIONAL	0,08%
M	Gasolina	DOS TIEMPOS	2002/51/EC SI	0,74%
M	Gasolina	DOS TIEMPOS	2002/51/EC SII	2,31%
M	Gasolina	DOS TIEMPOS	97/24/EC	0,03%
M	Gasolina	250 - 750	CONVENCIONAL	0,09%
M	Gasolina	250 - 750	2002/51/EC SI	0,54%
M	Gasolina	250 - 750	2002/51/EC SII	1,63%
M	Gasolina	250 - 750	97/24/EC	0,04%
M	Gasolina	50 - 250	CONVENCIONAL	0,06%
M	Gasolina	50 - 250	2002/51/EC SI	0,65%
M	Gasolina	50 - 250	2002/51/EC SII	2,00%
M	Gasolina	50 - 250	97/24/EC	0,03%
M	Gasolina	>750	CONVENCIONAL	0,08%
M	Gasolina	>750	2002/51/EC SI	0,22%
M	Gasolina	>750	2002/51/EC SII	0,85%
M	Gasolina	>750	97/24/EC	0,06%
TOTAL M				9,41%
P	Gasóleo	14 - 32	CONVENCIONAL	0,01%
P	Gasóleo	14 - 32	EURO I - 91/542/EEC S I	0,00%
P	Gasóleo	14 - 32	EURO II - 91/542/EEC S II	0,03%
P	Gasóleo	14 - 32	EURO III - COM(97) 627	0,15%
P	Gasóleo	14 - 32	EURO IV - COM(1998) 776	0,22%
P	Gasóleo	14 - 32	EURO V - COM(1998) 776	0,08%
P	Gasóleo	>32	CONVENCIONAL	0,00%
P	Gasóleo	>32	EURO II - 91/542/EEC S II	0,01%
P	Gasóleo	>32	EURO III - COM(97) 627	0,01%
P	Gasóleo	>32	EURO IV - COM(1998) 776	0,02%
P	Gasóleo	>32	EURO V - COM(1998) 776	0,04%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	CONVENCIONAL	0,01%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	EURO I - 91/542/EEC S I	0,00%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	EURO II - 91/542/EEC S II	0,01%

Tabla 3.7.7.- Distribución del recorrido urbano (Continuación)

Año 2011 (Continuación)

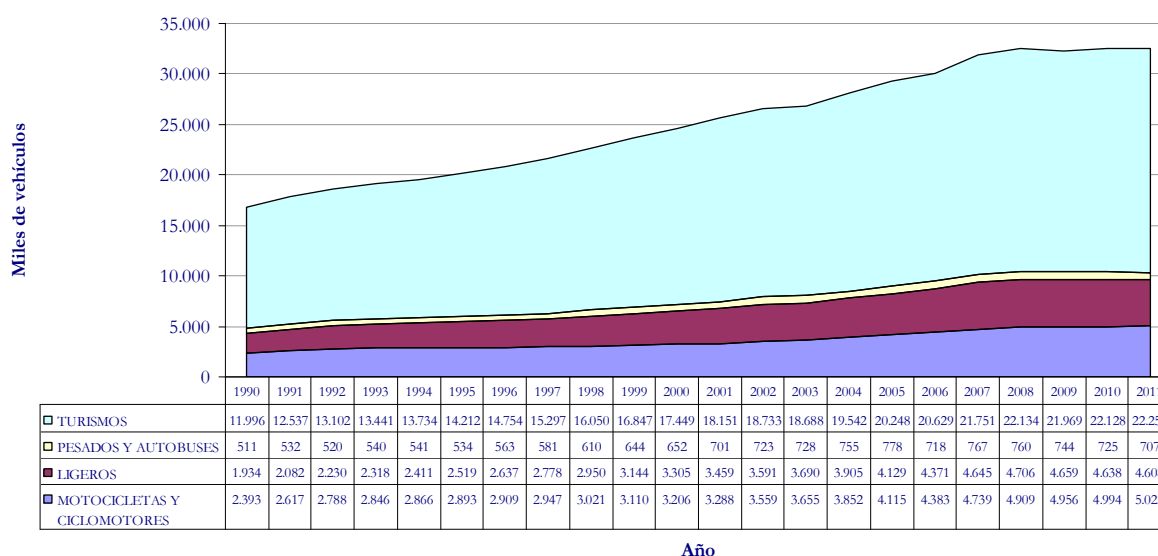
CATEGORIA	COMBUSTIBLE	CLASE	NORMATIVA	%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	EURO III - COM(97) 627	0,04%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	EURO IV - COM(1998) 776	0,07%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	EURO V - COM(1998) 776	0,04%
P	Gasóleo	7,5 - 14	CONVENCIONAL	0,01%
P	Gasóleo	7,5 - 14	EURO I - 91/542/EEC S I	0,02%
P	Gasóleo	7,5 - 14	EURO II - 91/542/EEC S II	0,05%
P	Gasóleo	7,5 - 14	EURO III - COM(97) 627	0,12%
P	Gasóleo	7,5 - 14	EURO IV - COM(1998) 776	0,10%
P	Gasóleo	7,5 - 14	EURO V - COM(1998) 776	0,05%
TOTAL P	Gasóleo			1,08%
P	Gasolina	PESADO	CONVENCIONAL	0,00%
TOTAL P				1,08%
T	Gasóleo	<=2	CONVENCIONAL	0,08%
T	Gasóleo	<=2	EURO I - 91/441/EEC	0,40%
T	Gasóleo	<=2	EURO II - 94/12/EC	1,64%
T	Gasóleo	<=2	EURO III - 98/69/EC S 2000	11,68%
T	Gasóleo	<=2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	26,55%
T	Gasóleo	<=2	EURO V - EC 715/2007	6,76%
T	Gasóleo	>2	CONVENCIONAL	0,04%
T	Gasóleo	>2	EURO I - 91/441/EEC	0,13%
T	Gasóleo	>2	EURO II - 94/12/EC	0,38%
T	Gasóleo	>2	EURO III - 98/69/EC S 2000	1,72%
T	Gasóleo	>2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	3,73%
T	Gasóleo	>2	EURO V - EC 715/2007	0,83%
TOTAL T	Gasóleo			53,96%
T	Gasolina	HIBRIDO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	0,07%
T	Gasolina	HIBRIDO	EURO V - EC 715/2007	0,20%
T	Gasolina	<1,4	ECE 15/04	0,43%
T	Gasolina	<1,4	EURO I - 91/441/EEC	0,36%
T	Gasolina	<1,4	EURO II - 94/12/EC	0,88%
T	Gasolina	<1,4	EURO III - 98/69/EC S 2000	2,85%
T	Gasolina	<1,4	EURO IV - 98/69/EC S 2005	3,79%
T	Gasolina	<1,4	EURO V - EC 715/2007	1,03%
T	Gasolina	1,4 - 2	ECE 15/04	0,32%
T	Gasolina	1,4 - 2	EURO I - 91/441/EEC	0,86%
T	Gasolina	1,4 - 2	EURO II - 94/12/EC	1,67%
T	Gasolina	1,4 - 2	EURO III - 98/69/EC S 2000	4,59%
T	Gasolina	1,4 - 2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	4,21%
T	Gasolina	1,4 - 2	EURO V - EC 715/2007	0,77%
T	Gasolina	>2	ECE 15/04	0,07%
T	Gasolina	>2	EURO I - 91/441/EEC	0,23%
T	Gasolina	>2	EURO II - 94/12/EC	0,36%
T	Gasolina	>2	EURO III - 98/69/EC S 2000	1,27%
T	Gasolina	>2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	1,69%
T	Gasolina	>2	EURO V - EC 715/2007	0,24%
TOTAL T	Gasolina			25,87%
T	GLP	TURISMO	EURO III - 98/69/EC S 2000	0,09%
T	GLP	TURISMO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	0,15%
T	GLP	TURISMO	EURO V - EC 715/2007	0,06%
TOTAL T	GLP			0,30%
TOTAL T				80,14%

Notas: Autobuses (A); Ciclomotores (C); Ligeros (L); Motocicletas (M); Pesados (P); Turismos (T).

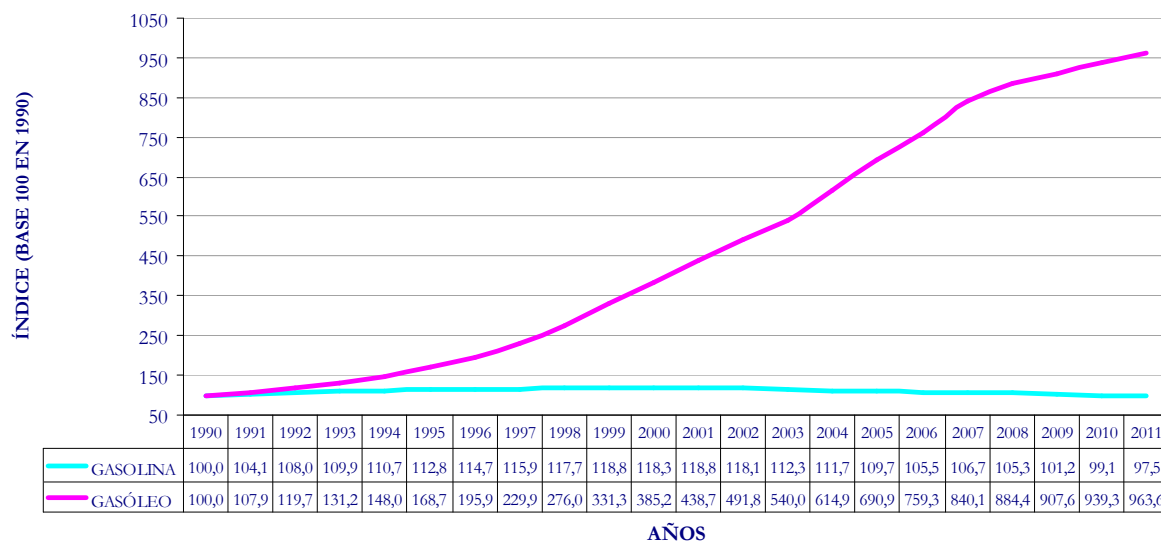
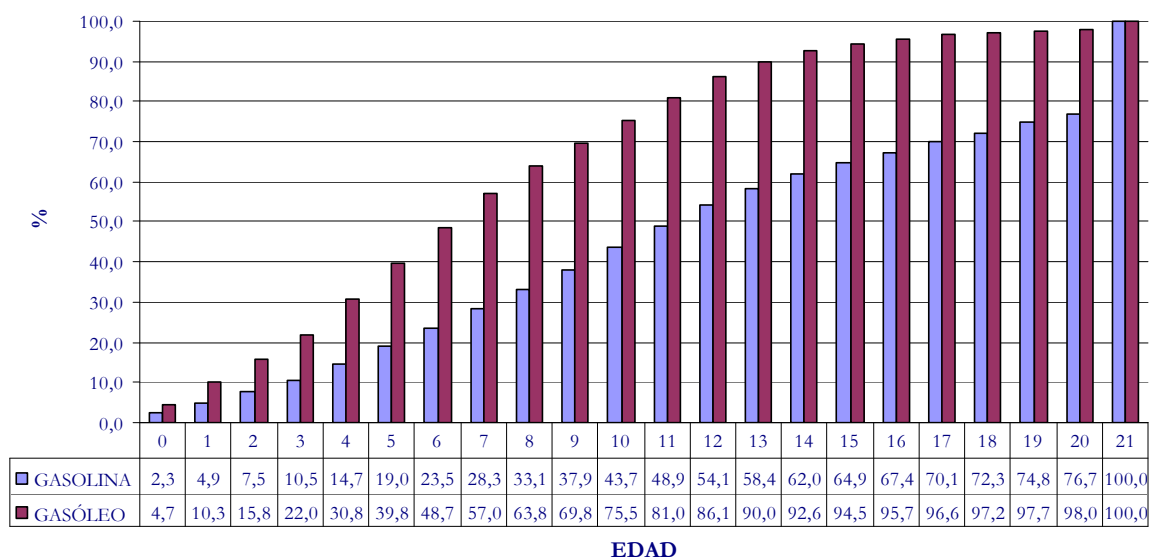
Parque de vehículos de la DGT

El parque registrado de vehículos ha experimentado un crecimiento notable entre los años 1990 y 2011. Según se puede ver en la figura 3.7.2, ha crecido entre un 38% y un 138%, dependiendo de la categoría de vehículos considerada: motocicletas y ciclomotores 110%, vehículos de carga ligeros 138%, vehículos pesados 38% y turismos 85%.

Figura 3.7.2.- Parque de vehículos



Atendiendo a la distribución por clase de combustible de los vehículos, en los turismos se manifiesta una gran disparidad en la evolución. Los turismos de gasolina no sólo apenas suben en la serie temporal sino que en el año 2011 la cantidad de turismos de gasolina es inferior a la habida en el año 1990, mientras que el crecimiento de cantidad de vehículos de gasóleo ha sido continuo en todos los años de la serie. El crecimiento acumulado en la serie temporal es de 864% en el caso de los turismos de gasóleo. Esta disparidad se manifiesta, consecuentemente, en la distribución por edades del parque, dando lugar a una mayor juventud de los turismos de gasóleo comparados con los de gasolina (la mediana de la distribución muestral de la edad de los turismos de gasóleo se sitúa entre los 6 y 7 años, mientras que en los de gasolina supera los 11 años) lo que es claramente coherente con la tendencia a la sustitución progresiva de la gasolina por el gasóleo experimentada en los últimos años (tanto la evolución del total de turismos, como la distribución por edades del año 2011 y combustible pueden verse en las figuras 3.7.3 y 3.7.4 que siguen).

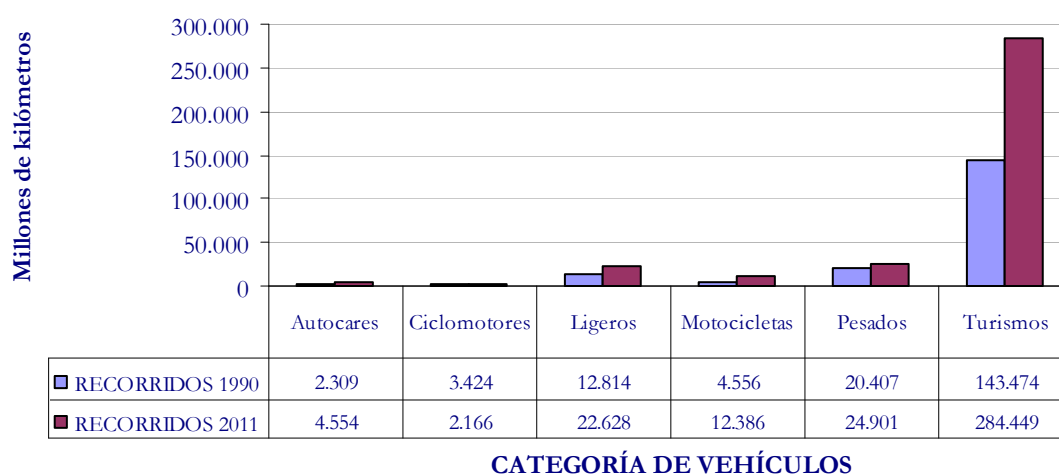
Figura 3.7.3.- Evolución de los turismos según clase de combustible utilizado**Figura 3.7.4.- Antigüedad del parque de turismos del año 2011**

Recorridos

Entre los años 1990 y 2011 se ha producido un crecimiento muy notable de los recorridos realizados en cualquiera de las tres pautas de conducción consideradas: interurbana, rural y urbana, pasando de un total de 186.984 millones de kilómetros en el año 1990 a 351.083 en el 2011, es decir, un incremento de aproximadamente el 88% en veintiún

años. Por categorías de vehículos el mayor incremento corresponde a las motocicletas, un 172%, seguido de los turismos, con un 98% como puede verse en la figura 3.7.5 siguiente.

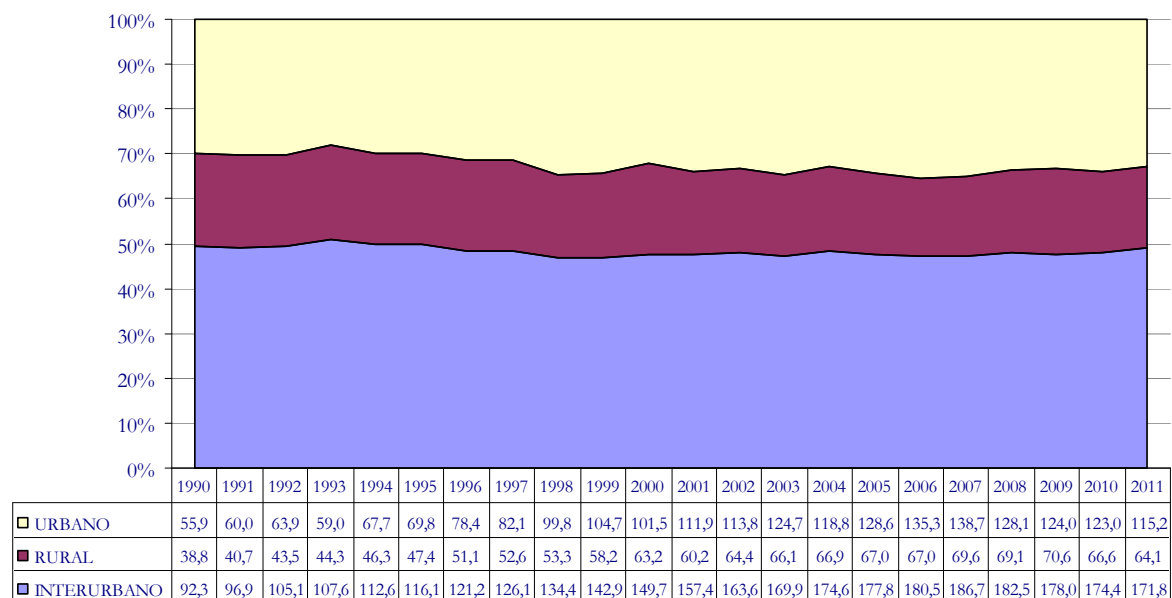
Figura 3.7.5.- Recorridos realizados por tipo de vehículo



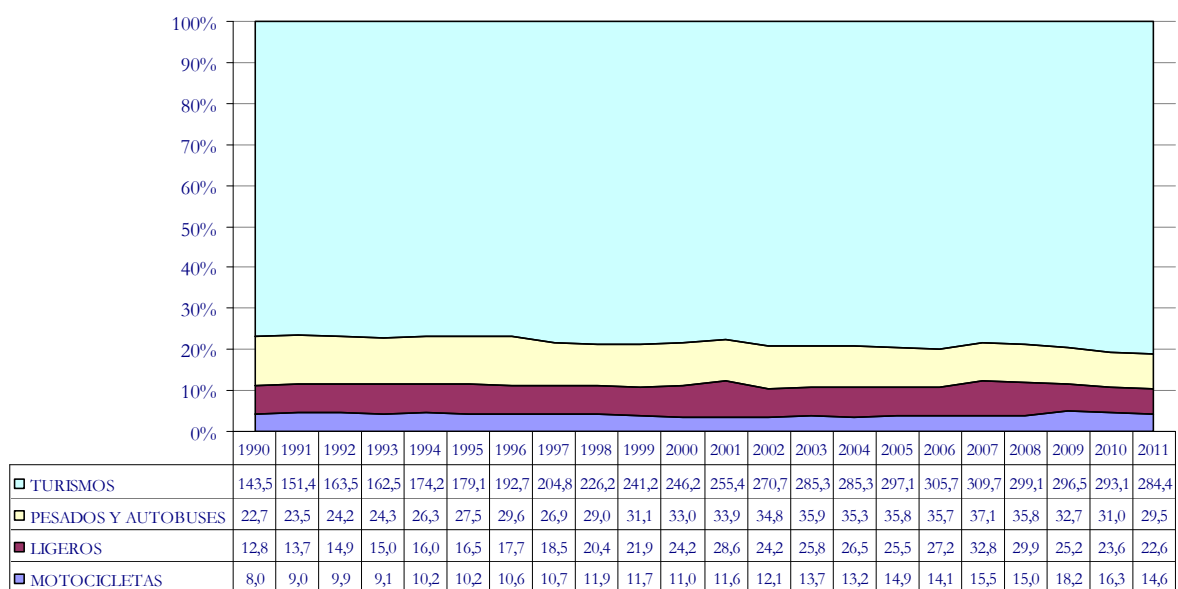
Por lo que respecta a la distribución de los recorridos según pautas de conducción, puede decirse que se manifiesta una estabilidad a lo largo de los años, representando la pauta interurbana entre el 46,7% y el 51,0% del recorrido total, la pauta rural entre el 17,5% y el 21,0% y la urbana entre el 28,0% y el 35,3%. Por lo que respecta a la distribución de los recorridos según categorías de vehículos, se aprecia que las principales categorías tienen un rango de variación reducido: los turismos oscilan entre el 76,7% del total en el año 1990 y el 81,0% en el 2011, mientras que los vehículos pesados, tanto de transporte de mercancías como de pasajeros, lo hacen entre el 12,1% de 1990 y el 8,4% del 2011. En la figura 3.7.6 que sigue pueden verse las representaciones de ambas distribuciones (los recorridos se expresan en miles de millones de kilómetros).

Figura 3.7.6.- Distribución recorridos realizados

a) Según pautas de conducción

**Figura 3.7.6.- Distribución recorridos realizados (Continuación)**

b) Según tipo de vehículo



Al realizar la comparación de las evoluciones de los recorridos totales y los consumos totales se puede observar la disminución paulatina del ratio de consumos/recorridos, lo cual es claramente explicable con la implantación de nuevas tecnologías con un requerimiento energético inferior y con la disminución de la participación relativa de los vehículos pesados respecto del total habida entre los años 1990 y 2011. Esto se puede observar en la figura 3.7.7 y en la tabla 3.7.8.

Figura 3.7.7.- Evolución de recorridos y consumos

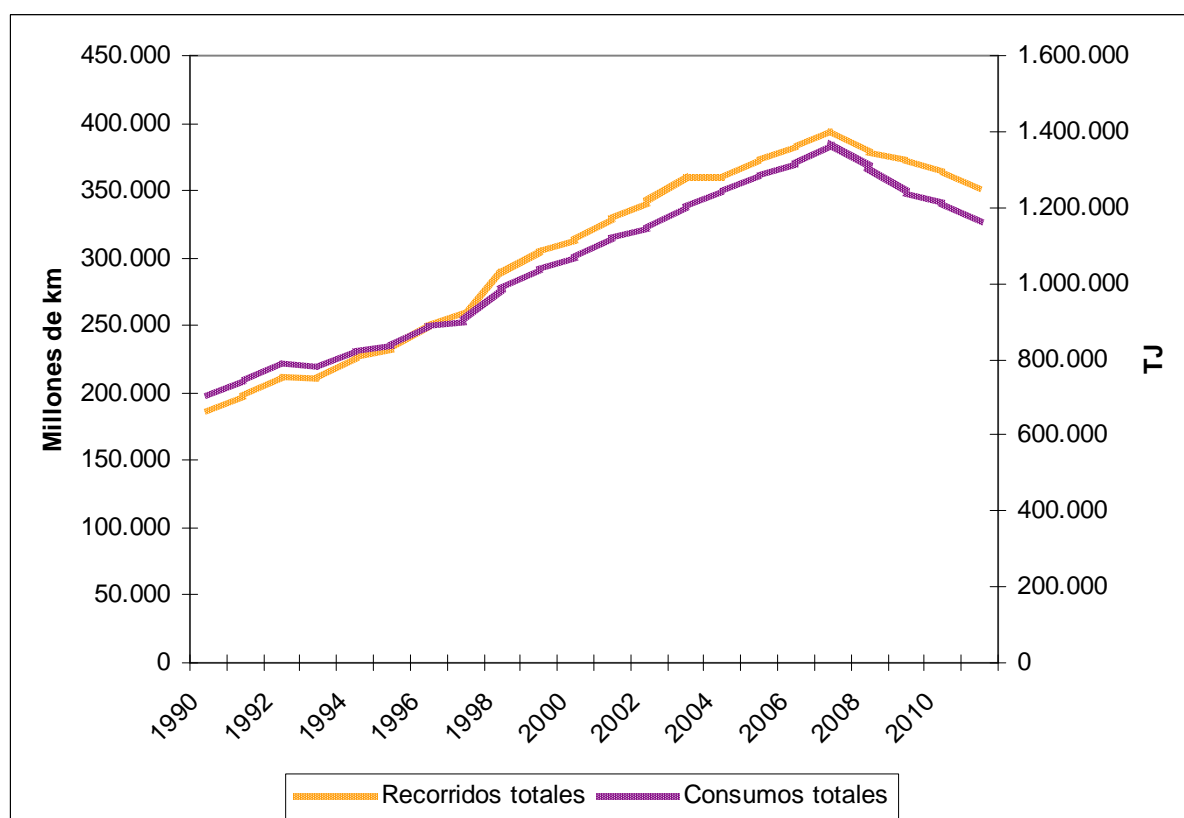


Tabla 3.7.8.- Ratio consumos/recorridos

Año	Consumos (TJ)	Recorridos (10 ⁶ km)	Ratio Consumos/Recorridos (TJ/10 ⁶ km)	Índice año base 1990
1990	707.081	186.984	3,78	100%
1991	747.794	197.609	3,78	100%
1992	793.954	212.473	3,74	99%
1993	782.939	210.899	3,71	98%
1994	825.429	226.626	3,64	96%
1995	836.601	233.313	3,59	95%
1996	891.105	250.695	3,55	94%
1997	900.560	260.799	3,45	91%
1998	987.335	287.515	3,43	91%
1999	1.038.308	305.792	3,40	90%
2000	1.068.622	314.351	3,40	90%
2001	1.121.364	329.537	3,40	90%
2002	1.149.539	341.728	3,36	89%
2003	1.203.499	360.645	3,34	88%
2004	1.245.863	360.251	3,46	91%
2005	1.283.622	373.395	3,44	91%
2006	1.318.320	382.727	3,44	91%
2007	1.366.252	395.074	3,46	91%
2008	1.304.429	379.820	3,43	91%
2009	1.240.364	372.687	3,33	88%
2010	1.211.771	363.925	3,33	88%
2011	1.163.283	351.083	3,31	88%

Factores de emisión

El cálculo de los factores de emisión y de las emisiones de CO₂, N₂O y CH₄ se ha basado en las publicaciones y documentos de los grupos de trabajo del proyecto CORINE AIRE, más específicamente, en la metodología expuesta en el informe técnico de la Agencia Europea de Medio Ambiente: “*COPERT IV Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport*”³⁹.

Los factores de emisión de CO₂ se han calculado a partir de las características de los combustibles (de su contenido de carbono) con el fin de obtener emisiones finales, es decir, bajo el supuesto de que en última instancia todo el contenido de carbono del carburante terminará combinándose con oxígeno para formar CO₂. La fórmula de cálculo empleada ha sido la siguiente:

$$E_{f,CO_2}^F = 44,011 \frac{Q_f}{12,011 + 1,008r_{H/C} + 16,000r_{O/C}}$$

donde:

³⁹ La única excepción a este hecho es el factor de emisión de N₂O de los autobuses de Gas Natural. Ante la falta de metodología en COPERT para estimar estas emisiones se utiliza el factor de emisión de 101 mg/km presentado en “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”.

$$E_{f,CO_2}^F$$

Son las emisiones finales de CO₂ producidas por el consumo del carburante f

$$Q_f$$

Es el consumo total del carburante f

$$r_{H/C}, r_{O/C}$$

Son la relación entre el número de átomos de hidrógeno y carbono en el carburante f y la relación entre el número de átomos de oxígeno y carbono en el carburante f . Estos datos se pueden ver en la tabla siguiente⁴⁰.

Combustible (f)	Formula química	$r_{H/C}$	$r_{O/C}$
Gasolina	[CH _{1,8}] _x	1,80	0,0
Gasóleo	[CH ₂] _x	2,00	0,0
Etanol	C ₂ H ₅ OH	3,00	0,5
Gas Natural	CH ₄ (95%)*C ₂ H ₆ (5%)	3,90	0,0
	CH ₄ (85%)*C ₂ H ₆ (15%)	3,74	0,0
GLP A	C ₃ H ₈ (50%)-C ₄ H ₁₀ (50%)	2,57	0,0
GLP B	C ₃ H ₈ (85%)-C ₄ H ₁₀ (15%)	2,63	0,0

La aplicación de la fórmula anterior produce los siguientes factores de emisión de CO₂ por unidad de masa de cada una de las tres clases de carburante consideradas: gasolina (fracción fósil), 3,183, gasóleo (fracción fósil), 3,138 y gases licuados del petróleo, 3,014 (los tres expresados en kg de CO₂/kg de combustible)⁴¹.

Dado que se ha contado con las características del gas natural a lo largo de los años de esta edición del inventario, y en particular con su contenido de carbono, el factor de emisión de CO₂ se ha calculado asumiendo, como se corresponde con la metodología IPCC, que la totalidad del carbono contenido en el combustible es emitido a la atmósfera en forma de CO₂. Los factores de emisión de cada año se presentan en la siguiente tabla 3.7.9, junto con los de gasóleo y gasolina, calculados teniendo en cuenta la mezcla de los combustibles fósiles con los biogénicos.

⁴⁰ La tabla corresponde a la tabla 5-1 del documento guía 'Copert IV' B710 en la página 33.

⁴¹ La contribución de las fracciones renovables de la gasolina y del gasóleo se ha estimado de la siguiente manera: para la gasolina, basándose en la composición estequiométrica del etanol, que resulta en un 52,2% de masa de carbono a masa de etanol; y para el biodiésel, se ha tomado como tipo de éster metílico con ácido graso oleico la fórmula molecular C₂₀ H₃₇ O₄, de la que resulta un porcentaje del 70,4% en masa de carbono sobre masa del citado éster. El factor de emisión final de CO₂ resulta ser por tanto de 1,914 kg de CO₂/kg de combustible para el etanol, y de 2,581 kg de CO₂/kg de combustible para el biodiésel.

Tabla 3.7.9.- Factores de emisión implícitos por combustible y año (Cifras en kg de CO₂/kg de combustible)

Año	Gasóleo	Gasolina	Gas Natural
1990	3,138	3,183	0,000
1991	3,138	3,183	0,000
1992	3,138	3,183	0,000
1993	3,138	3,183	0,000
1994	3,138	3,183	0,000
1995	3,138	3,183	0,000
1996	3,138	3,183	0,000
1997	3,138	3,183	2,699
1998	3,138	3,183	2,655
1999	3,138	3,183	2,653
2000	3,122	3,183	2,720
2001	3,123	3,183	2,725
2002	3,125	3,140	2,730
2003	3,121	3,122	2,729
2004	3,121	3,135	2,727
2005	3,115	3,108	2,749
2006	3,129	3,103	2,736
2007	3,099	3,101	2,738
2008	3,060	3,110	2,713
2009	2,995	3,058	2,738
2010	2,949	2,981	2,743
2011	2,896	2,972	2,723

En la tabla 3.7.10 se presentan las emisiones de CO₂ debidas al consumo de biocarburantes, separando el biodiesel del bioetanol, así como el consumo expresado en TJ de ambos combustibles. Estas emisiones no se incluyen en las emisiones totales de CO₂ debidas al transporte por carretera al no ser imputables, pero se presentan aquí pro memoria.

Tabla 3.7.10.- Factores de emisión implícitos por combustible y año (Cifras en kg de CO₂/kg de combustible)

Año	BIODIESEL			ETANOL		
	Emisión de CO ₂ (Gg)	Consumo (TJ)	FE implícito (CO ₂ t/TJ)	Emisión de CO ₂ (Gg)	Consumo (TJ)	FE implícito (CO ₂ t/TJ)
1990	0	0		0	0	
1991	0	0		0	0	
1992	0	0		0	0	
1993	0	0		0	0	
1994	0	0		0	0	
1995	0	0		0	0	
1996	0	0		0	0	
1997	0	0		0	0	
1998	0	0		0	0	
1999	0	0		0	0	
2000	206	3.182	64,86	0	0	
2001	206	3.182	64,86	0	0	
2002	193	2.983	64,86	214	3.074	69,62
2003	266	4.096	64,86	294	4.226	69,62
2004	291	4.494	64,86	222	3.183	69,62
2005	418	6.443	64,86	338	4.857	69,62
2006	163	2.506	64,86	342	4.912	69,62
2007	782	12.050	64,86	338	4.857	69,62
2008	1.517	23.385	64,86	275	3.952	69,62
2009	2.649	40.844	64,86	453	6.504	69,62
2010	3.467	53.451	64,86	688	9.880	69,62
2011	4.303	66.336	64,86	673	9.660	69,62

Adicionalmente, en la presente edición se han calculado las emisiones debidas al uso de lubricantes, utilizando para ello la metodología presentada en el apartado 1.2 de la actualización 9.0 del software COPERT 4. A la hora de implementar la metodología se han considerado los vehículos de 12 años o más como vehículos antiguos y los vehículos de 11 años o menos como vehículos nuevos y se ha considerado que los consumos de lubricantes de los turismos de GLP y de los autobuses de gas natural son asimilables a los de los turismos de gasolina y autobuses de gasóleo respectivamente. Los datos de consumo de lubricantes y emisión de CO₂ pueden verse en la tabla 3.7.11 a continuación.

Tabla 3.7.11.- Consumo y emisión de CO₂ de lubricante

Año	Consumo de lubricante (Gg)	Emisión de CO ₂ (Gg)
1990	56,1	175,0
1991	60,0	187,2
1992	64,1	199,9
1993	62,3	194,3
1994	68,5	213,6
1995	70,9	221,3
1996	77,5	241,7
1997	78,6	245,1
1998	88,9	277,3
1999	92,5	288,6
2000	92,5	288,7
2001	97,7	304,8
2002	103,5	323,0
2003	111,1	346,5
2004	111,8	348,8
2005	116,8	364,3
2006	108,5	338,5
2007	112,0	349,5
2008	106,4	332,1
2009	104,7	326,6
2010	103,7	323,5
2011	101,0	315,0

Por su parte, los factores de emisión de N₂O y de CH₄ por kilómetro recorrido han sido calculados como funciones de la clase de vehículos y de las velocidades representativas de las pautas de conducción y categorías de vehículos consideradas, es decir:

$$e_{i,j}^T = f_{i,j}(v)$$

donde:

$$e_{i,j}^T = f_{i,j}(v)$$

Es una función de la velocidad que devuelve la masa del contaminante j (N₂O ó CH₄) emitida por los vehículos de la clase i por unidad de longitud recorrida.

En el caso de los factores de emisión de N₂O de los vehículos de gasolina tiene influencia tanto la edad de los vehículos como el contenido de azufre de los combustibles.

Ambos factores influyen en el comportamiento del catalizador, tal y como se indica en la metodología, de la cual se incluye un extracto a continuación⁴²:

“Nitrous oxide emission factors were developed in a LAT/AUTH study (Papathanasiou and Tzircas, 2005), based on data collected in studies around the world. N₂O emissions are particularly important for catalyst vehicles, and especially when the catalyst is under partially oxidising conditions. This may occur when the catalyst has not yet reached its light-off temperature or when the catalyst is aged. Because N₂O has increased in importance on account of its contribution to the greenhouse effect, a detailed calculation of N₂O needs to take vehicle age (cumulative mileage) into account. Moreover, aftertreatment ageing depends upon the fuel sulphur level. Hence, different emission factors need to be derived to allow for variation in fuel sulphur content. In order to take both these effects into account, N₂O emission factors are calculated according to equation (43), and the coefficients in Table 3-76 to Table 3-83 for different passenger cars and light-duty vehicles.”

Como puede verse en las gráficas 3.7.8 en el año 2001 se produce una fuerte caída de los factores de emisión, especialmente en los de normativa EURO I. Esta caída obedece a dos causas: la primera es el salto que se produce en el factor de emisión base de la metodología COPERT IV cuando el contenido de azufre pasa de pertenecer al intervalo de los mayores de 350ppm (factor base de 48,9 mg/km) al intervalo que comprende las concentraciones entre 30ppm y 350ppm (factor base de 18,5 mg/km), la segunda es el paso de una concentración media de azufre en las gasolinas en el año 2000 de 456ppm a 249ppm en el año 2001 (ver tabla 3.7.12), caída en la concentración que obedece a los distintos contenidos de azufre de las gasolinas sin plomo (150ppm entre los años 2000 y 2004) y con plomo (1.300ppm), y al descenso progresivo del consumo de esta última hasta su desaparición en el año 2002. El efecto combinado de estas dos causas produce unos factores finales para los años 2000 y 2001 de 52 mg/km, y 19,7 mg/km respectivamente.

En el año 2009 este contenido de azufre volvió a disminuir significativamente debido a la entrada de nuevas normativas que imponen un máximo de 10 ppm en el contenido de azufre en el combustible. Como consecuencia de ello, vuelven a disminuir varios de los factores de emisión de N₂O, al producirse cambio de factor de emisión en la metodología COPERT IV (paso del intervalo entre 30ppm y 350ppm a menos de 30ppm en el contenido de azufre de las gasolinas).

⁴² Página 79 de “EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated May 2012”

Tabla 3.7.12.- Contenido de azufre en las gasolinas (Cifras en ppm)

Año	Contenido de azufre (ppm)
1990	1.037
1991	1.033
1992	1.031
1993	1.013
1994	1.000
1995	976
1996	818
1997	780
1998	735
1999	694
2000	456
2001	249
2002	118
2003	118
2004	118
2005	39
2006	39
2007	39
2008	39
2009	8
2010	7
2011	7

En la aplicación de la metodología se han considerado las velocidades presentadas en la tabla 3.7.13 siguiente.

Tabla 3.7.13.- Pautas de conducción

		Interurbana	Rural	Urbana
TURISMOS	Rango	80 – 130	40 – 80	10 – 40
	Representante	105	65	25
LIGEROS	Rango	80 – 130	40 – 80	10 – 40
	Representante	100	65	25
AUTOCARES	Rango	80 – 105	40 – 80	10 – 40
	Representante	95	60	25
MOTOCICLETAS	Rango	80 – 130	40 – 80	10 – 40
	Representante	105	65	25
CICLOMOTORES	Rango			10 – 40
	Representante			25

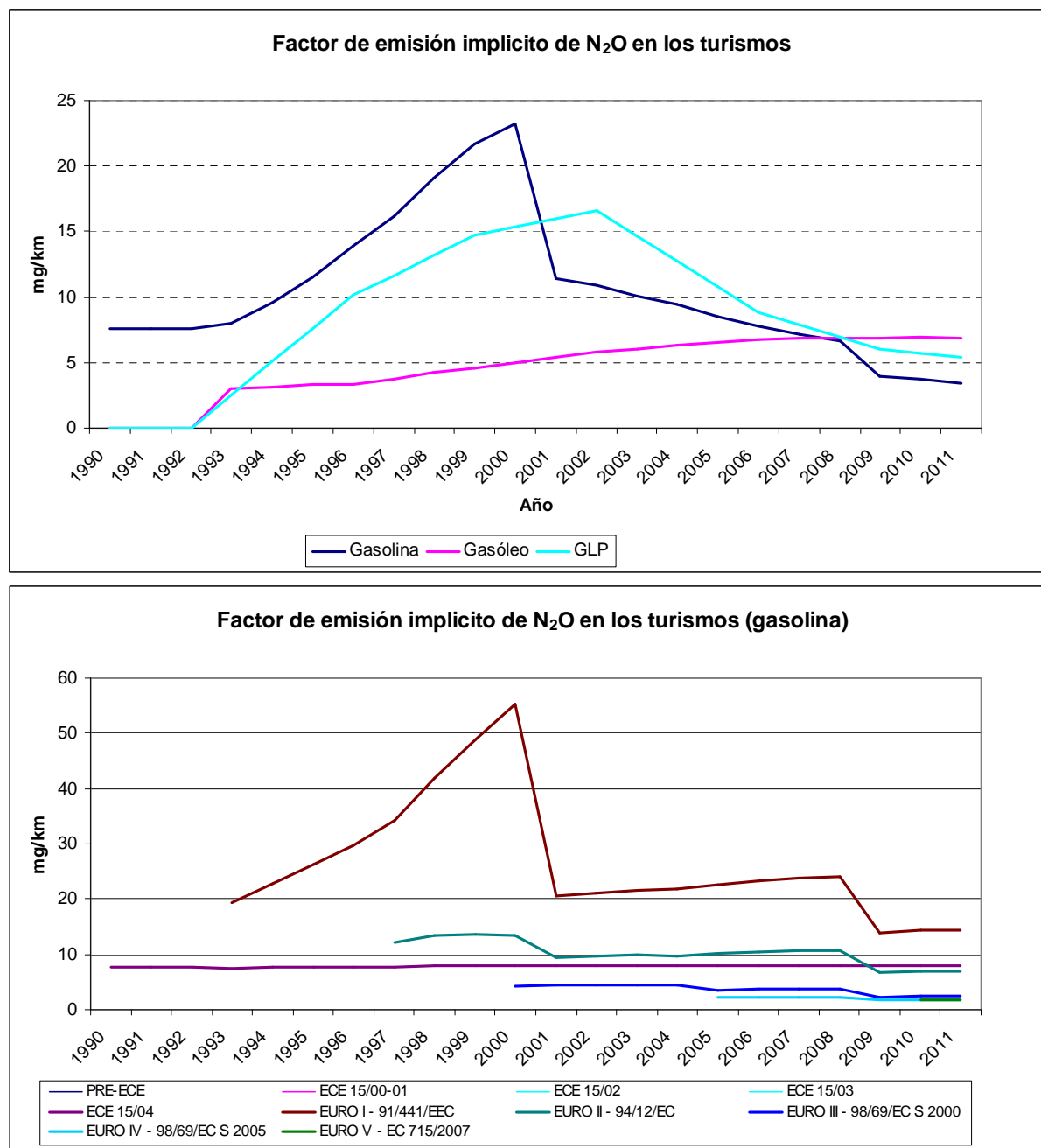
En la metodología COPERT IV, las funciones de emisión y consumo de combustibles de los vehículos pesados dependen del grado de carga del vehículo y de la pendiente de la carretera por la que circula. En el inventario no se ha contado con información suficiente sobre las características de la conducción de estos vehículos a partir de la que asignar velocidades a las diferentes pautas de conducción, por lo que se ha optado por estimar las velocidades asumiendo que en el transporte de mercancías por carretera se intenta minimizar el tiempo empleado en los recorridos. En este sentido, se ha considerado que en

pauta interurbana los vehículos circulan durante la mayor parte del recorrido al 90% del límite superior del intervalo de velocidades sobre el que está definida la función correspondiente de emisión o consumo, mientras que en pauta rural lo hacen al 70%. La tabla 3.7.14 presentada a continuación muestra, para cada año del inventario, las velocidades mínima, media y máxima de las aplicadas en cada pauta de conducción,

Tabla 3.7.14.- Intervalo y media de las velocidades de vehículos pesados

Año	Interurbano			Rural			Urbano
	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	
1990	69,4	74,6	77,3	54,0	58,0	60,1	20,0
1991	69,4	74,6	77,3	54,0	58,0	60,1	20,0
1992	69,4	74,5	77,3	54,0	58,0	60,1	20,0
1993	69,3	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
1994	69,4	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
1995	69,3	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
1996	69,3	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
1997	69,3	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
1998	69,4	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
1999	69,4	74,6	77,3	54,0	58,0	60,1	20,0
2000	69,3	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
2001	69,4	74,7	77,3	54,0	58,1	60,1	20,0
2002	69,4	74,6	77,3	54,0	58,0	60,1	20,0
2003	69,4	74,6	77,3	54,0	58,0	60,1	20,0
2004	68,4	74,6	77,3	53,2	58,1	60,1	20,0
2005	68,2	74,7	77,3	53,0	58,1	60,1	20,0
2006	68,4	74,6	77,3	53,2	58,0	60,1	20,0
2007	68,5	74,6	77,3	53,2	58,1	60,1	20,0
2008	68,2	74,7	77,3	53,1	58,1	60,1	20,0
2009	68,4	74,8	77,3	53,2	58,1	60,1	20,0
2010	68,1	74,7	77,3	52,9	58,1	60,1	20,0
2011	68,1	74,7	77,3	53,0	58,1	60,1	20,0

En las figuras 3.7.8 que siguen se muestran las funciones de emisión de óxido nítrico y metano para las categorías principales de vehículos.

Figura 3.7.8.- Funciones de emisión de N_2O ⁴³

⁴³ Los factores de emisión de Gasóleo y GLP antes de la entrada de las tecnologías EURO es cero, por ese motivo el factor de emisión implícito es también cero. Por otro lado en los gráficos por tecnología, sólo se incluye el periodo en el que existen vehículos de dicha tecnología.

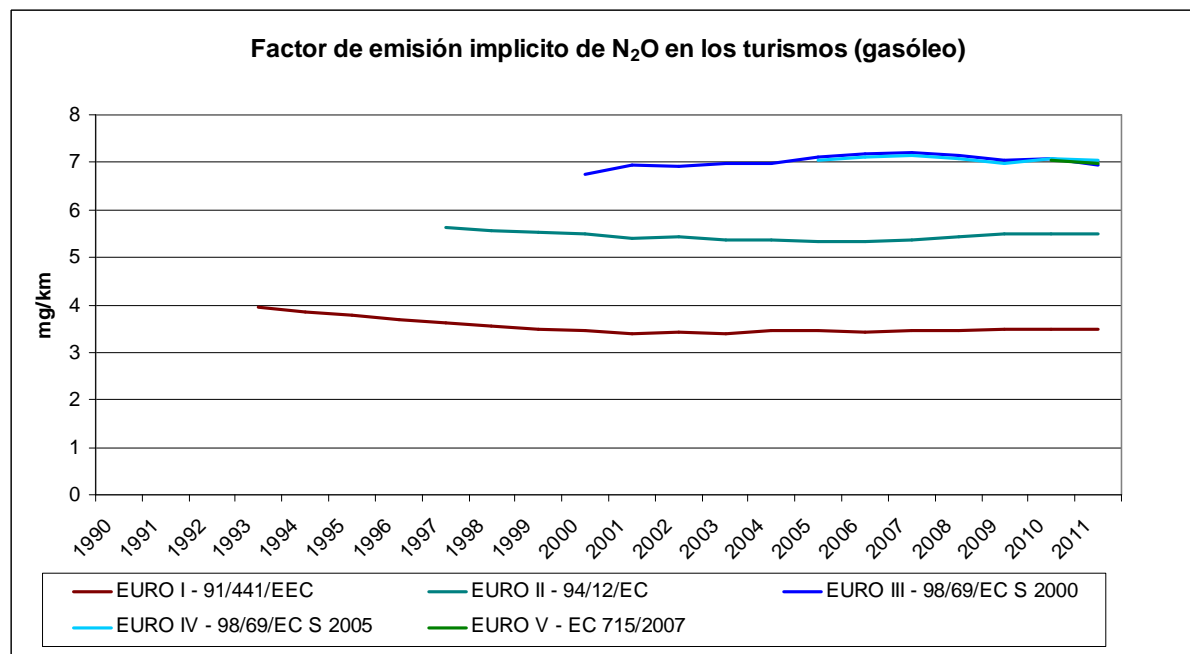
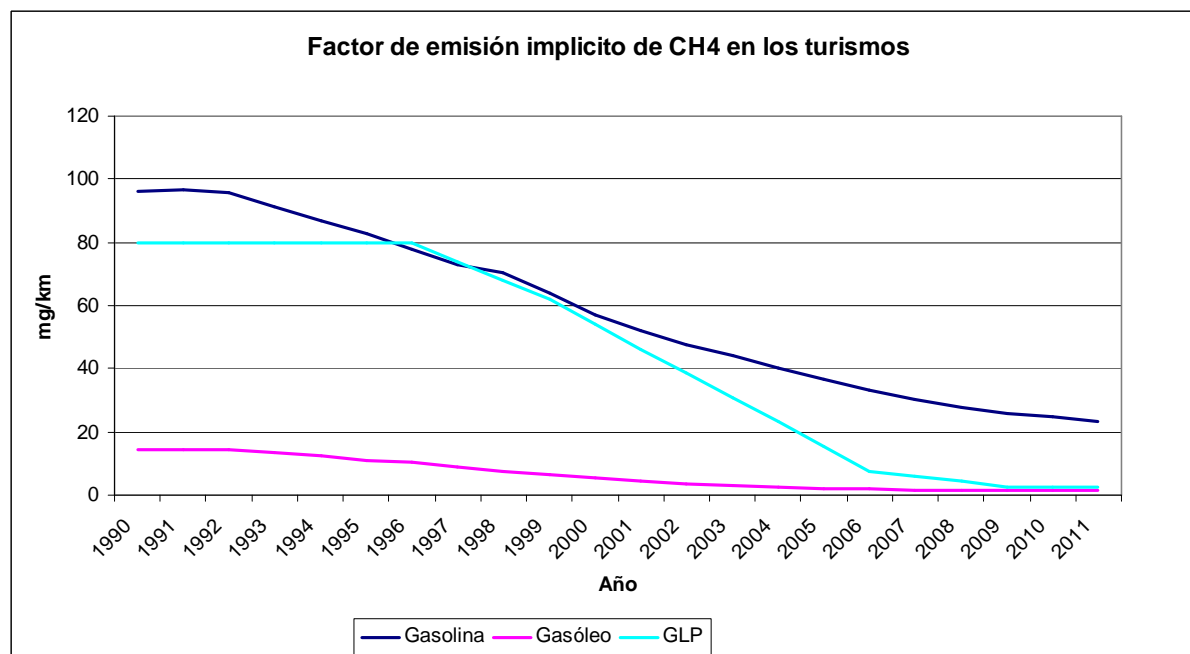
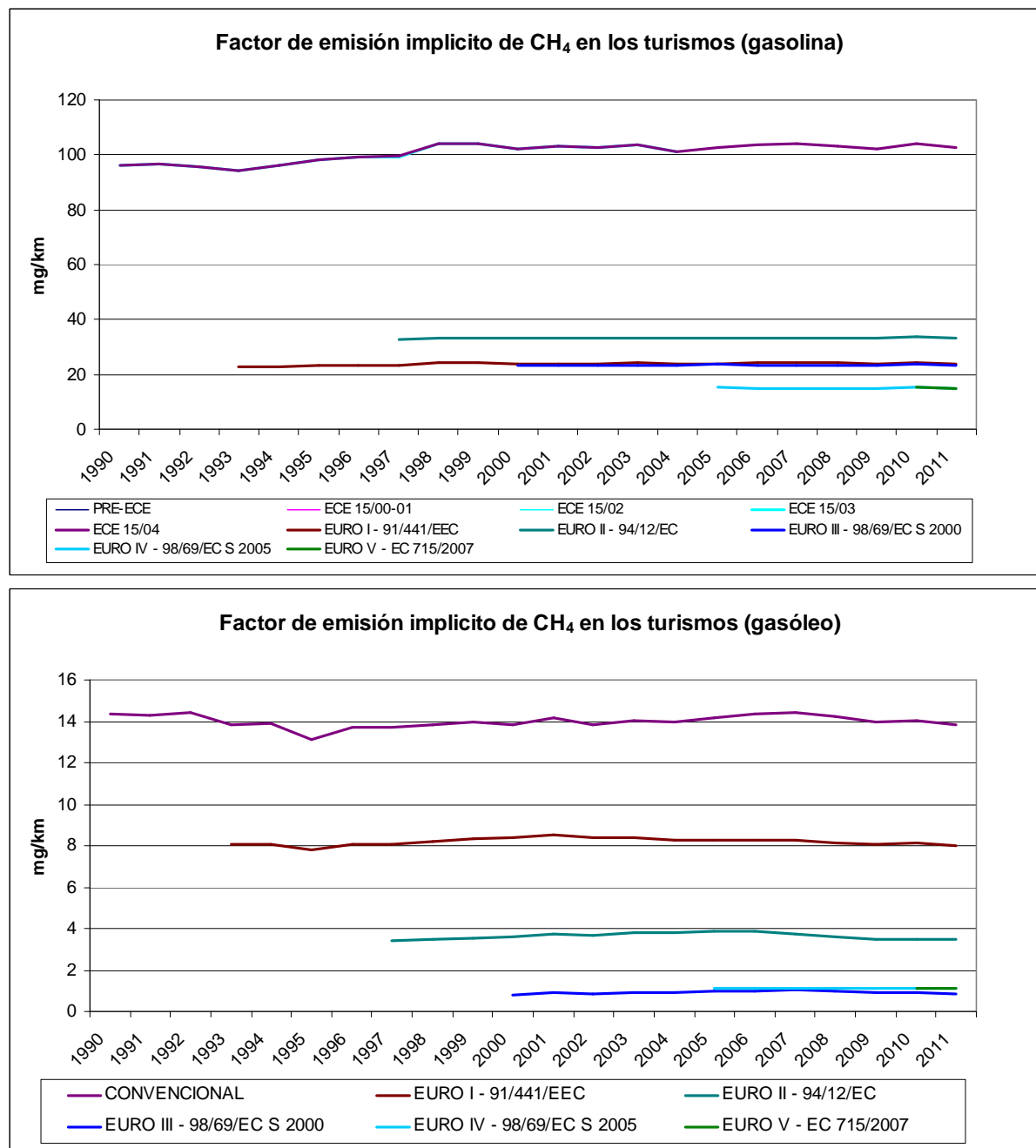
Figura 3.7.8.- Funciones de emisión de N₂O (Continuación)**Figura 3.7.8.- Funciones de emisión de CH₄ (Continuación)**

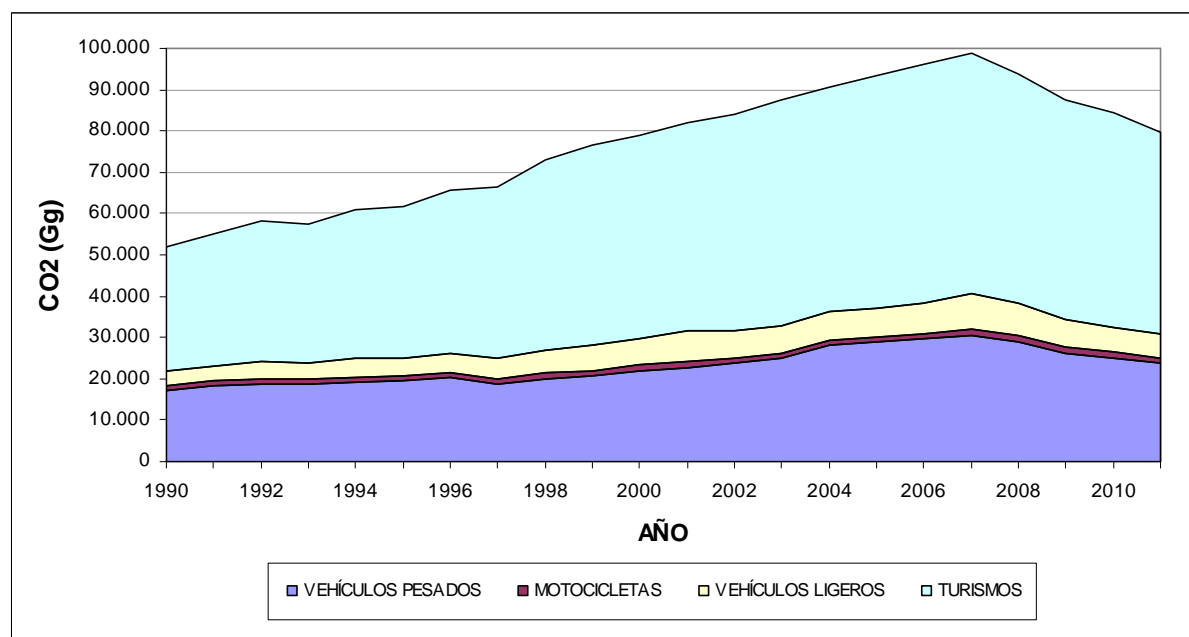
Figura 3.7.8.- Funciones de emisión de CH₄ (Continuación)

Emisiones

Las emisiones calculadas por aplicación de la metodología COPERT IV a las variables de actividad señaladas anteriormente (recorridos, consumos de carburante y parque de vehículos), se presentan, desglosadas por categoría de vehículos, en la tabla 3.7.15 y figura 3.7.9 siguientes.

Tabla 3.7.15.- Emisiones de CO₂-eq por categoría de vehículos (Gg)

ANNO	VEHÍCULOS PESADOS	MOTOCICLETAS	VEHÍCULOS LIGEROS	TURISMOS	TOTAL
1990	17.305	902	3.533	30.271	52.011
1991	18.321	1.032	3.792	31.853	54.999
1992	18.910	1.136	4.132	34.208	58.386
1993	18.748	1.050	4.137	33.648	57.583
1994	19.318	1.183	4.398	35.858	60.758
1995	19.470	1.174	4.529	36.451	61.624
1996	20.226	1.223	4.859	39.383	65.690
1997	18.779	1.224	5.019	41.416	66.438
1998	19.968	1.363	5.555	46.007	72.893
1999	20.730	1.320	5.920	48.747	76.717
2000	22.041	1.233	6.471	48.992	78.738
2001	22.844	1.300	7.639	50.264	82.048
2002	23.976	1.078	6.484	52.314	83.852
2003	24.834	1.205	6.901	54.696	87.636
2004	28.170	1.158	7.079	54.335	90.742
2005	28.912	1.239	6.864	56.237	93.252
2006	29.569	1.281	7.349	57.846	96.046
2007	30.593	1.457	8.711	58.107	98.868
2008	28.965	1.447	7.865	55.316	93.593
2009	26.088	1.767	6.467	53.104	87.426
2010	24.932	1.535	6.007	51.730	84.204
2011	23.661	1.413	5.628	49.052	79.754

Figura 3.7.9.- Emisiones de CO₂-eq por categoría de vehículos (Gg)

3.7.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

En cuanto a la variable de actividad (consumos de combustibles: gasolina y diesel), la incertidumbre se estima en un 3% para la gasolina y en un 5% para el gasóleo de automoción, dada la especificidad del uso de la gasolina exclusivamente para el transporte por carretera, mientras que en el caso del diésel, de la cifra estadística de base debe descontarse la imputación a maquinaria móvil, para obtener el consumo efectivo asignado a esta actividad, lo que incide en elevar la incertidumbre asociada a este combustible.

En el cálculo de la incertidumbre de los factores de emisión de CO₂ se han combinado las contribuciones debidas al contenido de carbono de la fracción fósil del combustible y a la fracción de oxidación del carbono a CO₂, resultando unas incertidumbres del 2,1% para la gasolina y del 2,2% para el gasóleo de automoción. La fracción biogénica del combustible, que todavía es muy reducida respecto al consumo total del combustible, no computa en el cálculo de emisiones de CO₂.

Por lo que respecta al N₂O, la incertidumbre de la variable de actividad (recorridos por clase de vehículo y velocidad representativa) se estima en torno al 10%, y la correspondiente a los factores de emisión se estima en un 50%.

En cuanto al CH₄, la incertidumbre de la variable de actividad (recorridos por clase de vehículo y velocidad representativa) se estima en torno al 10%, y la correspondiente a los factores de emisión se estima en un 40%.

En cuanto a la homogeneidad de la serie temporal, se considera que el grado de coherencia es alto, tanto en lo referente a la información de base (consumo de combustibles y recorridos por categoría de vehículo según pauta de velocidad) como en la representatividad de los factores de emisión que recogen la penetración de las tecnologías que incorporan las sucesivas series de vehículos del parque.

3.7.4.- Control de calidad y verificación

En la estimación de los recorridos de los vehículos pesados de carga se ha contrastado la información de la EPTMC (Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera) con los datos facilitados por la DGT, integrando ambas informaciones para la realización de este inventario.

3.7.5.- Realización de nuevos cálculos

Los nuevos cálculos y los recálculos realizados han sido los siguientes:

- a) Inclusión del CO₂ producido por el uso de lubricantes en el tráfico por carretera según la metodología COPERT.
- b) Modificación de las funciones de emisión de COPERT de varias categorías de vehículos (todas las normativas, combustibles, tipo y tonelaje de los vehículos pesados de carga, todas las normativas, tipo y tonelaje de autobuses de gasóleo,

todas las normativas y cilindradas de las motocicletas, las normativas posteriores a EURO I de los turismos que consumen GLP)

- c) Corrección de la serie histórica del consumo de combustibles, siendo la principal revisión los consumos de gasóleo entre los años 1990-1992.

En términos de CO₂-eq, las modificaciones realizadas suponen variaciones ascendentes en todos los años comenzando con una diferencia de 767 Gg, lo que supone una variación del 1,5% en el año 1990, y acabando con 332 Gg de diferencia y un 0,4% de variación en el año 2010.

En la figura 3.7.10 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO₂ entre los resultados de la edición actual con los resultados de la edición anterior, mientras que en la figura 3.7.11 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario.

Figura 3.7.10.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs 2012

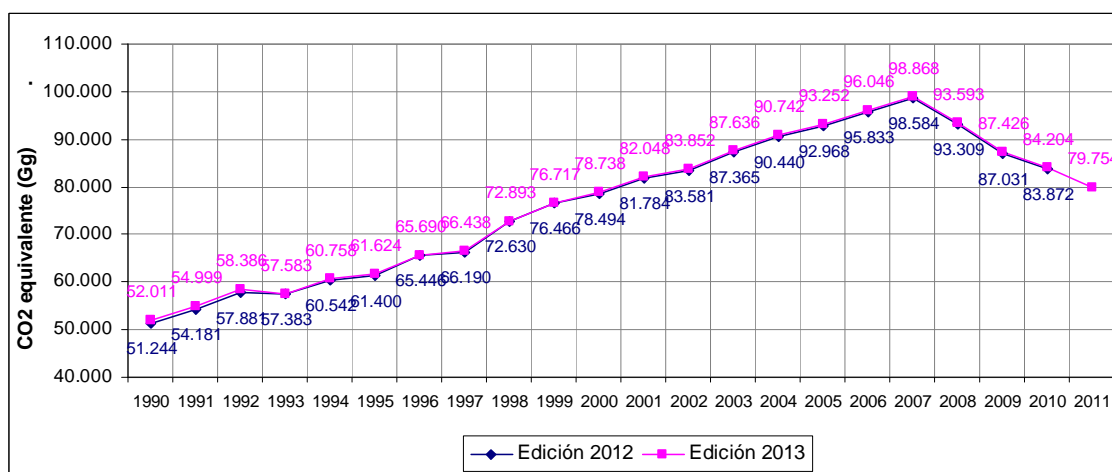
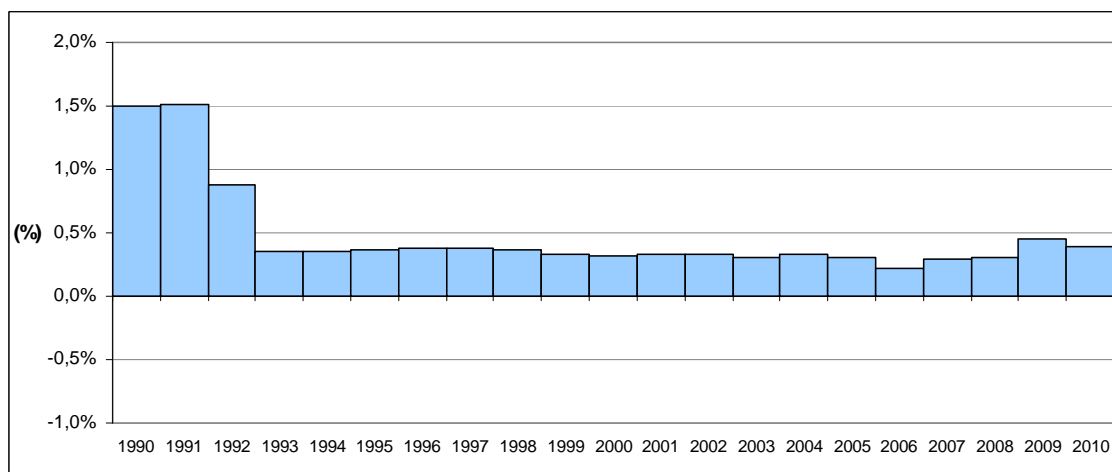


Figura 3.7.11.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs 2012



3.7.6.- Planes de mejora

De cara al futuro, se propone avanzar en los siguientes aspectos, ya mencionados en anteriores ediciones, pero sobre los que en el desarrollo de la próxima edición será posible progresar debido a la disponibilidad de nueva información:

i) Ampliación de la información de base para la estimación del parque circulante, y, en concreto, la recogida de información sobre los nuevos sistemas de propulsión. A este respecto cabe señalar la posibilidad de incorporación de nuevos estudios de parque circulante urbano adicionales al de Madrid (posiblemente Sevilla y Barcelona), así como de la red de carreteras del estado.

ii) ampliación de la información de base sobre el desglose territorial del consumo de combustibles y el balance de dicho consumo con las cifras de ventas por unidades territoriales: Península, Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla.

y iii) introducción de los histogramas de velocidades de los recorridos realizados en la Red de Carreteras del Estado para la estimación de las emisiones.

3.8.- Tráfico marítimo nacional (1A3d)

3.8.1.- Descripción de la actividad

En esta categoría se recogen las emisiones procedentes del tráfico marítimo mercante en trayectos cuyos puertos de origen y destino sean españoles, con independencia de que la bandera del buque o la nacionalidad de la compañía armadora sean nacional o extranjera. No se incluyen aquí las emisiones procedentes de la pesca marítima, las cuales quedan recogidas en la actividad 1A4c.

En la tabla 3.8.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible, siendo entre esos gases el CO₂ el gas que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 3.8.2 se presenta la información anterior expresando el conjunto de las emisiones de los tres gases en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía.

Tabla 3.8.1.- Emisiones (Cifras en Gg)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO₂									
Fuelóleo	1.234	1.259	1.200	1.768	2.294	2.345	2.312	2.495	2.682
Gasóleo	266	307	611	745	966	988	976	1.051	1.130
Total	1.500	1.565	1.811	2.513	3.260	3.333	3.288	3.546	3.812
CH₄									
Fuelóleo	0,07	0,07	0,07	0,10	0,13	0,13	0,13	0,14	0,15
Gasóleo	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Total	0,08	0,08	0,09	0,12	0,16	0,16	0,16	0,17	0,19
N₂O									
Fuelóleo	0,03	0,03	0,03	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Gasóleo	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03
Total	0,04	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,08	0,09	0,10

Tabla 3.8.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	1.513	1.580	1.827	2.536	3.290	3.363	3.318	3.578	3.847
Índice CO ₂ -eq	100,0	104,4	120,7	167,6	217,4	222,2	219,2	236,4	254,2
% CO ₂ -eq sobre total inventario	0,54	0,51	0,48	0,59	0,76	0,84	0,91	1,03	1,10
% CO ₂ -eq sobre energía	0,72	0,66	0,63	0,73	0,96	1,07	1,17	1,34	1,42

Con relación a los condicionantes de la evolución de las emisiones estimadas para esta categoría, el factor determinante ha sido la propia variable de actividad, cuya referencia final es el consumo de combustibles, el cual muestra una tendencia general creciente hasta el año 2007, a partir del cual se estabiliza el nivel, posiblemente como efecto inducido por la recesión económica, seguida de un restablecimiento de la expansión en los dos últimos años del inventario con una tasa de variación anual próxima al crecimiento medio del periodo 2000-2007. El tráfico portuario de buques, pasajeros y mercancías ha experimentado una pauta general de crecimiento histórico, impulsado fundamentalmente por el aumento de actividad, en términos de número de buques y volumen de mercancías, en los puertos de los territorios extrapeninsulares.

3.8.2.- Metodología

Las emisiones en esta categoría se han estimado con un enfoque metodológico de nivel 1 propuesto por IPCC⁴⁴. En la selección del método se han seguido los criterios expuestos en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, figura 2.6, según los cuales la falta de disponibilidad de información de consumo por tipo de motor (y modo de operación) determina la elección del nivel en cuestión.

Para estimar el consumo de combustibles realizado en esta actividad se han utilizado los balances energéticos nacionales⁴⁵ y la información facilitada por la Asociación de Naveros Españoles (ANAVE). En función de la disponibilidad de información de ANAVE deben distinguirse los siguientes sub-periodos en cuanto al tratamiento de la información:

- la información de base para el periodo 1993-2002 registra el consumo declarado por la flota propiedad de las compañías integradas en ANAVE con independencia del trayecto (tráfico nacional e internacional). Los datos referentes a ANAVE se derivan de la explotación estadística desarrollada a partir de la encuesta cursada por la entidad Puertos del Estado a las compañías navieras asociadas en ANAVE;
- la sub-serie anterior fue completada y extendida a los años precedentes (1990-1992) proyectando los datos disponibles de consumos;
- para los años 2002 a 2004, al no estar disponible la citada encuesta, la información agregada por tipo de combustible fue proporcionada directamente por ANAVE; y

⁴⁴ "IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories", apartado 2.4.

⁴⁵ Véase la publicación "Energy Statistics of OECD Countries" de la AIE.

- a partir de 2005, al no estar disponible la información anteriormente proporcionada por ANAVE, se han estimado los consumos de combustibles a partir de un factor de consumo medio por unidad TRB (Toneladas de Registro Bruto). El factor de consumo se ha derivado de la serie de consumo energético para esta actividad y de la información publicada en el Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento relativa a los arqueos de los buques mercantes en cabotaje⁴⁶.

En cuanto al desglose por tipo de combustible se ha procedido, por sub-periodos, como se indica a continuación:

- En el periodo 1990-2004, se ha tomado como referencia para el gasóleo la cifra de consumo facilitada por ANAVE, y sobre ella se ha imputado, siguiendo las estimaciones de expertos de ANAVE, que un 70% es lo que corresponde a consumo de tráfico nacional (el restante 30% se estima por los técnicos de ANAVE que es consumo correspondiente a tráfico internacional); y, por lo que respecta al consumo de fuelóleo, se ha tomado el mayor entre los valores de los balances energéticos y el 65% del consumo de ANAVE (el porcentaje correspondiente al tráfico nacional estimado por los expertos de ANAVE). Esta solución es evidentemente un compromiso entre las dos fuentes de referencia.^{47 48}
- A partir de 2005 el desglose por tipo de combustible se ha estimado aplicando una contribución media de gasóleo y de fuelóleo sobre la energía total calculada según el reparto en años precedentes.

En la tabla 3.8.3 se presentan los consumos de combustibles estimados para esta actividad expresados en términos de energía (TJ de poder calorífico inferior).

⁴⁶ Por un cambio en los contenidos de la publicación de referencia no se ha dispuesto de la información, para los años 2008 a 2011, correspondiente a los arqueos de los buques mercantes en cabotaje. Para solventar esta carencia se ha optado por aproximar el consumo energético de esta actividad para estos años a partir de la variación anual en los arqueos totales (cabotaje y tráfico internacional) reportada por el Ministerio de Fomento.

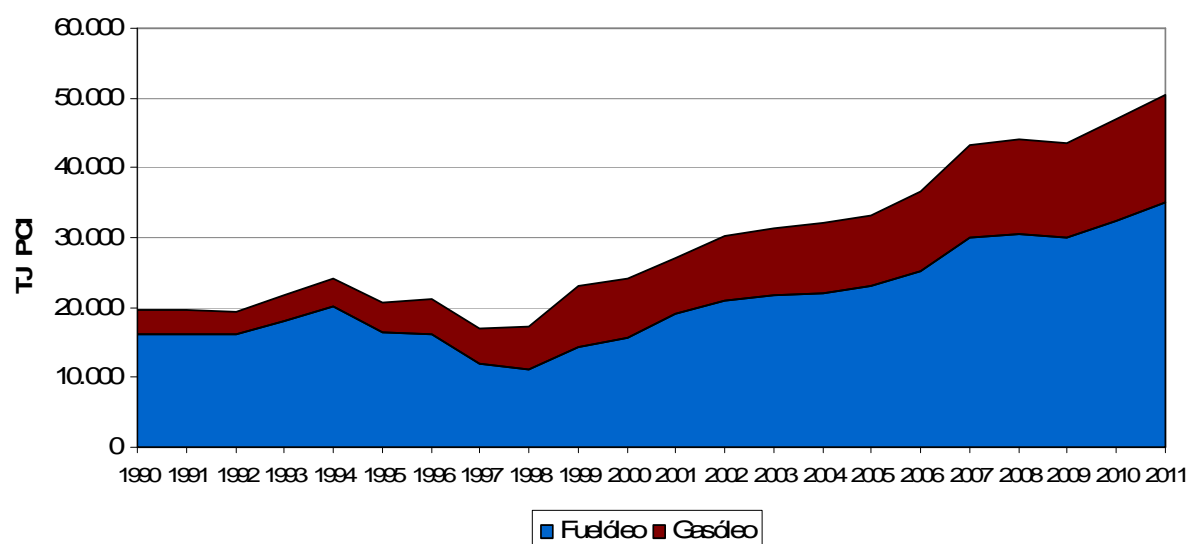
⁴⁷ En contactos mantenidos en ediciones pasadas con un experto del sector se concluyó que el tráfico marítimo nacional era realizado exclusivamente por buques de compañías integradas en ANAVE. En consecuencia, la estimación del consumo por tráfico nacional derivada de los datos de ANAVE (descontando la fracción del consumo con que opera la flota de ANAVE en el segmento internacional mediante factores de ajuste - 0,7 para gasóleo y 0,65 para fuelóleo) sería comparable con las cifras presentadas por la Agencia Internacional de la Energía por tipo de combustible.

⁴⁸ Cabe mencionar que el consumo asignado a los buques de ANAVE en tráfico internacional (estimado como el 30% de la cantidad de gasóleo consumida por la flota de ANAVE y el 35% del fuelóleo total consumido por ANAVE) representa sólo una fracción del consumo total para navegación internacional (reportado en el balance energético AIE dentro de la partida denominada "Búnkeres marinos internacionales"). Por tal motivo, para la estimación del tráfico marítimo internacional se ha tomado directamente la información publicada en los balances energéticos de AIE.

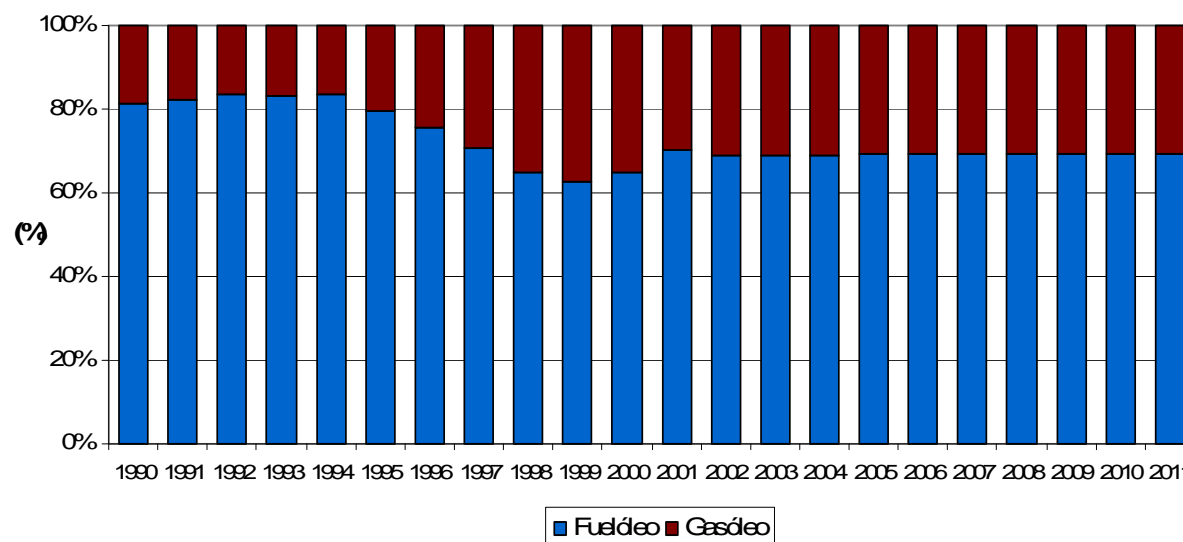
Tabla 3.8.3.- Consumo de combustibles (Cifras en TJ_{PCI})

Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Fuelóleo	16.072	16.393	15.628	23.033	29.879	30.546	30.111	32.495	34.936
Gasóleo	3.659	4.223	8.413	10.256	13.304	13.601	13.441	14.472	15.556
Total	19.731	20.617	24.041	33.289	43.183	44.147	43.553	46.967	50.492

En el examen de la figura 3.8.1, donde se representa el consumo total a lo largo del periodo inventariado, cabe comentar el descenso de consumo en el tráfico marítimo nacional desde 1994 hasta el año 1998 que, en parte, pudiera estar explicado, más allá de la influencia de la recesión económica iniciada en los primeros años 90, por la integración de dos fuentes de información distintas y que actualmente está siendo investigado por si en dicha pauta incidiera de manera espuria ese procedimiento de integración de información de fuentes dispares. Un análisis diferenciado por tipo de combustible identifica a la flota de fuelóleo como componente determinante del perfil en estos años centrales.

Figura 3.8.1.- Consumo de combustibles en tráfico marítimo nacional

Por lo que respecta a la estructura energética, tal y como se refleja en la figura 3.8.2, el fuelóleo constituye la principal fuente energética del sector, superior al 60% de la energía total consumida, si bien ha experimentado una gradual pérdida de representación con respecto a 1990 debido al aumento del uso de gasóleo en esta actividad. La citada depresión en el perfil del consumo de fuelóleo se traslada a las cuotas de participación de este combustible, que presentan en el periodo 1995-2000 los porcentajes más bajos de contribución.

Figura 3.8.2.- Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI} 

Para la estimación de las emisiones de CO_2 se ha utilizado un factor de emisión derivado del contenido de carbono del combustible; para las emisiones de CH_4 se ha asumido que representan un 5% del total de emisiones de COV; y para el N_2O se han tomado factores seleccionados de EMEP/CORINAIR. Para el NO_x , COVNM y CO se ha utilizado la información del estudio “*Marine Exhaust Emissions Research Programme*” de Lloyds Register, mientras que para el SO_2 los factores de emisión, variables por años, se han derivado por balance de masas en función del contenido de azufre de los combustibles. En la tabla 3.8.4 se muestran los factores de emisión utilizados para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Tabla 3.8.4.- Factores de emisión

	CO_2 (t/t)	CH_4 (kg/t)	N_2O (kg/t)
Fuelóleo	3,085	0,175	0,08
Gasóleo	3,138	0,095	0,08

3.8.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre asociada a la variable se ha estimado en torno al 75% para los últimos años del periodo. Para su determinación, se ha evaluado la diferencia porcentual observada entre los consumos de fuelóleo en navegación declarados en los balances energéticos de la AIE y las cantidades estimadas a partir de la información facilitada por ANAVE. Se ha eliminado del cómputo la diferencia en las cifras de gasóleo presentadas por ambas fuentes por considerar que el balance de la AIE ha sobreestimado los consumos de navegación, contabilizando adicionalmente la partida de gasóleo consumida en pesca marítima.

La incertidumbre del factor de dióxido de carbono está derivada de las incertidumbres asociadas al contenido de carbono de los combustibles empleados y al factor de oxidación, obteniéndose como resultado una incertidumbre del 2,7%.

Por lo que respecta a la homogeneidad temporal, cabe señalar que la información sobre consumos de combustibles facilitada por ANAVE se obtenía hasta el año 2002 mediante recogida de información para cada buque de la asociación naviera, mientras que a partir del año 2003 la estimación ha tenido que realizarse mediante extrapolación al haberse producido una discontinuidad en el anterior sistema de recogida de información. Por otra parte es importante reseñar que el procedimiento de estimación de los consumos de fuelóleo y gasóleo se realiza por combinación de dos fuentes y, aunque se considera un procedimiento razonable, sería deseable asegurar un procedimiento contrastado de recogida directa de la información, para lo cual se está contactando con las entidades relevantes implicadas en el tráfico marítimo.

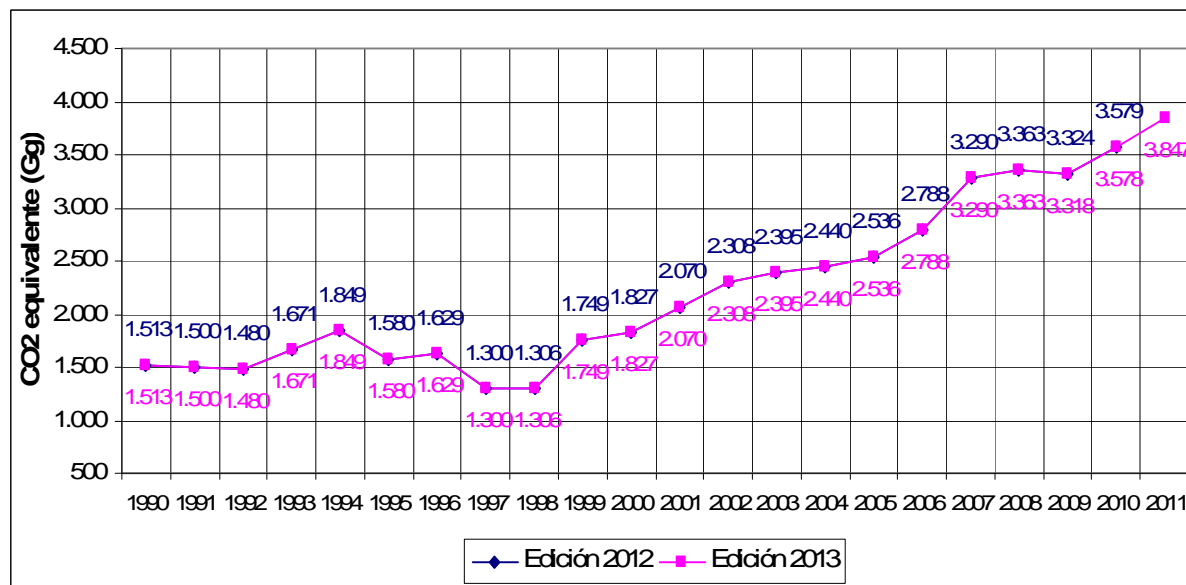
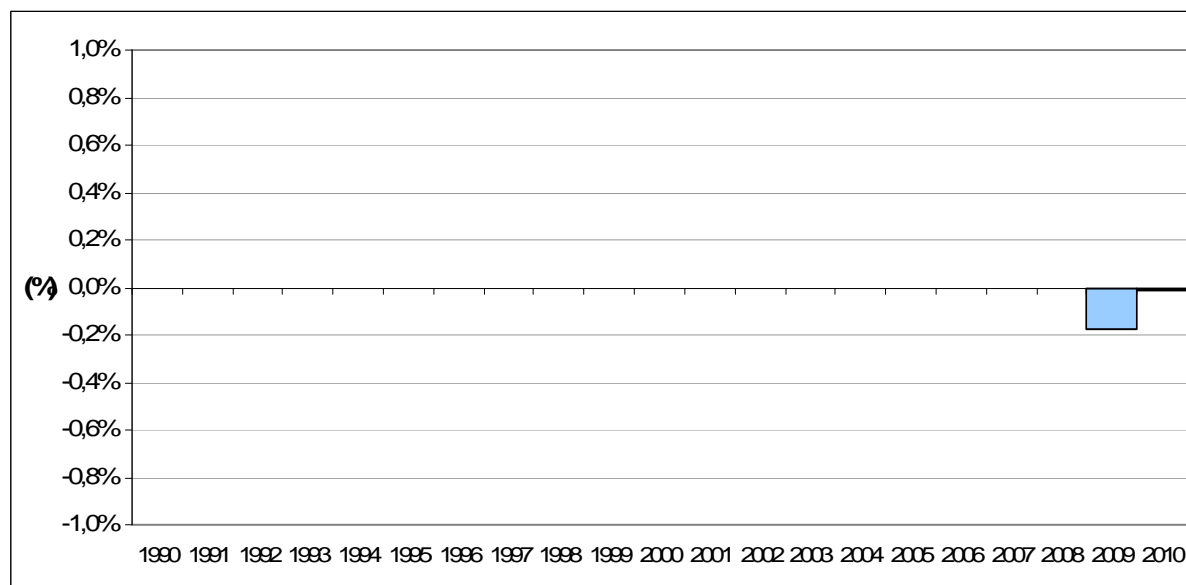
3.8.4.- Control de calidad y verificación

Ante las dificultades de armonizar las dos fuentes de información citadas con evoluciones dispares, hubo de adoptarse el procedimiento de estimación combinada que más arriba se ha descrito para los combustibles utilizados. Si bien este procedimiento no constituye estrictamente un control de calidad, se considera que produce unos resultados más razonables que los que se obtendrían del uso de cualquiera de las dos fuentes por separado. En relación con lo comentado en las últimas líneas del párrafo anterior, se dará prioridad al control y verificación de los datos de base dentro del grupo GT-Energía, al cual se le ha trasladado la cuestión, y en coordinación con las entidades relevantes implicadas en el tráfico marítimo.

3.8.5.- Realización de nuevos cálculos

En la presente edición del inventario se ha modificado la estimación de combustible marítimo (gasóleo y fuelóleo) para navegación nacional correspondiente a los años 2009 y 2010 como resultado de una revisión de los datos de actividad para dichos años en la fuente de referencia consultada. Las cifras de 2009 y 2010 relativas al arqueo total de buques, variable adoptada como indicador del nivel actividad para el último periodo del inventario, han sido actualizadas en las publicaciones del Ministerio de Fomento, motivando la correspondiente corrección en las estimaciones de consumo y emisiones de esta actividad para 2009 y 2010.

La comparación de resultados de las emisiones de CO₂-eq de esta fuente clave entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos de valores absolutos en la figura 3.8.3 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 3.8.4. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO₂-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en esta categoría supone un descenso de las emisiones del 0,17% en 2009 (6 Gg de CO₂-eq) y del 0,02% en 2010 (1 Gg de CO₂-eq).

Figura 3.8.3.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012**Figura 3.8.4.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012**

3.8.6.- Planes de mejora

Reconocida la incertidumbre actualmente asociada al consumo de combustibles, gasóleo y fuelóleo, continúa el plan de colaboración tanto con la Dirección General de Marina Mercante, con el ente de Puertos del Estado como con ANAVE, para acceder y poder procesar la información correspondiente al consumo de combustibles en el tráfico

marítimo nacional, e incluso a las rutas marítimas seguidas por el mismo. En los contactos mantenidos hasta el momento con las distintas entidades, la Dirección General de Marina Mercante ha proporcionado documentación acerca de la información disponible en formato electrónico, que está siendo analizada para desarrollar una metodología que permita la reducción de la incertidumbre y el aseguramiento de la coherencia temporal de la serie, solventando así las limitaciones de información especialmente de los primeros años del periodo inventariado.

Por otra parte, y a través del recientemente creado GT-Energía, se pretende mejorar el soporte de información de la asignación de consumo de combustibles al transporte marítimo y, en especial, la diferenciación entre las partes atribuidas a navegación nacional y a tráfico marítimo internacional. Con este objeto también se examinarán las características diferenciadas de los tres combustibles principales consumidos en esta actividad: fuelóleo marítimo, gasóleo marítimo y diésel marítimo.

3.9.- Combustión en otros sectores (1A4)

3.9.1.- Descripción de la actividad

Esta categoría 1A4 recoge las emisiones generadas en las actividades de combustión de los sectores no industriales, entre los que se incluyen los sectores comercial, institucional, residencial, así como la combustión en la agricultura, silvicultura y pesca.

En la tabla 3.9.1 se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible, siendo el CO₂, para las tres grandes clases de combustibles fósiles (sólidos, líquidos y gaseosos), y, para el consumo agregado, el CH₄ y el N₂O, los gases que confieren a esta fuente su naturaleza de clave (véase el epígrafe 3.1 de este capítulo). En la tabla 3.9.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (1990 como año de referencia) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía. En dichas tablas no figuran las emisiones de CO₂ originadas por la quema de biomasa ya que de acuerdo con la metodología IPCC no deben computarse en el inventario, aunque sí han sido estimadas pro-memoria y reflejadas como tales en el CRF Reporter.

La evolución de las emisiones muestra una elevada similitud con el consumo total de combustible, expresado en términos de energía, si bien aquellas presentan índices de evolución más suavizados resultado de una modificación gradual en la mezcla de combustibles hacia combustibles con menores niveles de emisión de gases de efecto invernadero, en especial gas natural. Con carácter general, los desarrollos económico y poblacional experimentados a lo largo del periodo inventariado son los responsables principales de la pauta global ascendente en los requerimientos energéticos de esta categoría, mostrándose oscilaciones puntuales a la tendencia general en años con una climatología más acusada. En concreto, y con respecto al último año cubierto por el inventario, las condiciones climáticas benignas y la pérdida de actividad en el sector comercial-institucional han propiciado un descenso considerable de la demanda energética respecto al año anterior, registrándose un descenso muy significativo en el consumo del gas

natural y, si bien más moderado, en el consumo de electricidad, reforzado por la disminución o estabilidad del resto de combustibles.

Tabla 3.9.1.- Emisiones (Cifras en Gg)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO₂									
Líquidos	21.719	23.953	26.162	27.416	24.827	24.284	23.742	23.913	22.348
Sólidos	2.282	1.440	1.115	1.257	1.151	1.201	1.251	1.146	865
Gaseosos	1.319	2.982	6.351	10.885	11.103	11.560	11.077	12.774	11.100
Biomasa									
Total	25.320	28.374	33.628	39.557	37.081	37.044	36.070	37.833	34.314
CH₄									
Líquidos	0,90	1,04	1,05	1,06	0,89	0,84	0,79	0,80	0,68
Sólidos	7,49	5,75	4,14	5,20	4,72	4,92	5,20	4,79	3,82
Gaseosos	0,06	0,19	0,56	1,58	1,84	1,63	1,72	2,07	2,39
Biomasa	30,44	27,75	27,30	27,30	27,30	27,31	27,31	27,30	27,30
Total	38,89	34,73	33,06	35,14	34,75	34,70	35,02	34,96	34,20
N₂O									
Líquidos	0,61	0,64	0,68	0,69	0,66	0,65	0,64	0,65	0,62
Sólidos	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Gaseosos	0,02	0,05	0,10	0,18	0,18	0,19	0,18	0,21	0,19
Biomasa	0,34	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Total	1,03	1,04	1,12	1,21	1,18	1,19	1,17	1,20	1,14

Tabla 3.9.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	26.454	29.426	34.671	40.671	38.178	38.141	37.168	38.940	35.386
Índice CO ₂ -eq	100,0	111,2	131,1	153,7	144,3	144,2	140,5	147,2	133,8
% CO ₂ -eq sobre total inventario	9,35	9,41	9,15	9,40	8,84	9,56	10,25	11,17	10,10
% CO ₂ -eq sobre energía	12,54	12,28	11,99	11,75	11,16	12,12	13,12	14,62	13,02

Dada la significación en la estructura socioeconómica de los sectores que componen esta categoría (1A4a Comercial e Institucional, 1A4b Residencial y 1A4c Agricultura, Silvicultura y Pesca), se proporciona información diferenciada por sector. Adoptando este principio, se presentan en la tabla 3.9.3 las emisiones por agregados de combustibles (líquidos, sólidos, gaseosos y biomasa) correspondientes a cada sector de esta categoría.

Tabla 3.9.3.- Emisiones por sectores (Cifras en Gg)**1.A.4.a Comercial e institucional**

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO₂									
Líquidos	3.193	4.594	5.234	5.829	4.597	4.397	4.309	4.294	4.050
Sólidos	154	109	194	186	209	226	284	312	252
Gaseosos	395	723	1.611	3.293	3.466	3.552	3.481	4.000	3.818
Biomasa									
Total	3.743	5.426	7.039	9.307	8.272	8.175	8.074	8.606	8.120
CH₄									
Líquidos	0,21	0,32	0,32	0,33	0,25	0,24	0,23	0,23	0,20
Sólidos	0,41	0,28	0,50	0,69	0,75	0,82	1,10	1,10	1,09
Gaseosos	0,02	0,09	0,35	1,24	1,50	1,27	1,38	1,67	2,07
Biomasa	0,35	0,47	0,49	0,49	0,49	0,50	0,50	0,49	0,49
Total	0,99	1,16	1,66	2,75	2,99	2,83	3,20	3,50	3,85
N₂O									
Líquidos	0,05	0,08	0,08	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
Sólidos	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Gaseosos	0,01	0,01	0,03	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
Biomasa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,07	0,10	0,12	0,15	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13

1.A.4.b Residencial

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO₂									
Líquidos	9.971	10.454	11.596	11.821	10.278	9.828	9.303	9.463	8.161
Sólidos	2.091	1.331	921	1.070	942	974	967	834	613
Gaseosos	918	2.238	4.634	7.427	7.470	7.852	7.381	8.537	6.966
Biomasa									
Total	12.979	14.023	17.152	20.318	18.690	18.654	17.651	18.834	15.740
CH₄									
Líquidos	0,40	0,45	0,48	0,51	0,43	0,41	0,38	0,40	0,32
Sólidos	6,92	5,47	3,64	4,51	3,96	4,10	4,10	3,69	2,73
Gaseosos	0,04	0,10	0,21	0,33	0,33	0,35	0,33	0,38	0,31
Biomasa	29,55	27,22	26,75	26,75	26,75	26,75	26,75	26,75	26,75
Total	36,91	33,24	31,08	32,11	31,49	31,61	31,57	31,22	30,12
N₂O									
Líquidos	0,27	0,25	0,26	0,24	0,22	0,21	0,20	0,20	0,17
Sólidos	0,05	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01
Gaseosos	0,02	0,04	0,07	0,12	0,12	0,13	0,12	0,14	0,11
Biomasa	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Total	0,67	0,63	0,67	0,70	0,67	0,67	0,65	0,67	0,61

Tabla 3.9.3.- Emisiones por sectores (Cifras en Gg) (Continuación)**1.A.4.c Agricultura, selvicultura y pesca**

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO₂									
Líquidos	8.555	8.905	9.332	9.767	9.952	10.059	10.129	10.157	10.136
Sólidos	37								
Gaseosos	6	20	105	165	167	156	215	236	317
Biomasa									
Total	8.598	8.925	9.437	9.931	10.119	10.215	10.344	10.393	10.453
CH₄									
Líquidos	0,29	0,27	0,26	0,22	0,20	0,20	0,18	0,17	0,16
Sólidos	0,17								
Gaseosos	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Biomasa	0,53	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	0,99	0,33	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23
N₂O									
Líquidos	0,29	0,31	0,34	0,37	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39
Sólidos	0,00								
Gaseosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Biomasa	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,29	0,31	0,34	0,37	0,38	0,39	0,39	0,40	0,40

En la tabla 3.9.4 se muestran las emisiones de CO₂-eq para cada uno de los sectores de esta categoría. Asimismo, se presenta para cada sector el índice de evolución temporal (1990 como año de referencia) de las emisiones de CO₂-eq, las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq al total del inventario, así como la contribución de las emisiones de cada sector al total de la categoría 1A4.

Tabla 3.9.4.- Emisiones de CO₂-eq por sector: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.4.a Comercial e institucional									
CO ₂ -eq (Gg)	3.784	5.481	7.110	9.410	8.376	8.275	8.181	8.723	8.242
Índice CO ₂ -eq	100,0	144,8	187,9	248,7	221,4	218,7	216,2	230,5	217,8
% CO ₂ -eq sobre total inventario	1,3	1,8	1,9	2,2	1,9	2,1	2,3	2,5	2,4
% CO ₂ -eq sobre 1.A.4	14,3	18,6	20,5	23,1	21,9	21,7	22,0	22,4	23,3
1.A.4.b Residencial									
CO ₂ -eq (Gg)	13.961	14.916	18.011	21.209	19.559	19.525	18.515	19.696	16.563
Índice CO ₂ -eq	100,0	106,8	129,0	151,9	140,1	139,9	132,6	141,1	118,6
% CO ₂ -eq sobre total inventario	4,9	4,8	4,8	4,9	4,5	4,9	5,1	5,6	4,7
% CO ₂ -eq sobre 1.A.4	52,8	50,7	51,9	52,1	51,2	51,2	49,8	50,6	46,8
1.A.4.c Agricultura, selvicultura y pesca									
CO ₂ -eq (Gg)	8.710	9.029	9.550	10.052	10.243	10.341	10.471	10.521	10.582
Índice CO ₂ -eq	100,0	103,7	109,6	115,4	117,6	118,7	120,2	120,8	121,5
% CO ₂ -eq sobre total inventario	3,1	2,9	2,5	2,3	2,4	2,6	2,9	3,0	3,0
% CO ₂ -eq sobre 1.A.4	32,9	30,7	27,5	24,7	26,8	27,1	28,2	27,0	29,9

En las figuras 3.9.1 y 3.9.2 se muestra la representación gráfica de la información de la tabla anterior. La figura 3.9.1 presenta la evolución de las emisiones de CO₂-eq para cada uno de los sectores que componen la categoría 1A4 a lo largo del periodo inventariado,

mientras que la figura 3.9.2 muestra la contribución de cada sector al total de la categoría 1A4.

Figura 3.9.1.- Evolución de las emisiones de CO₂-eq por sector

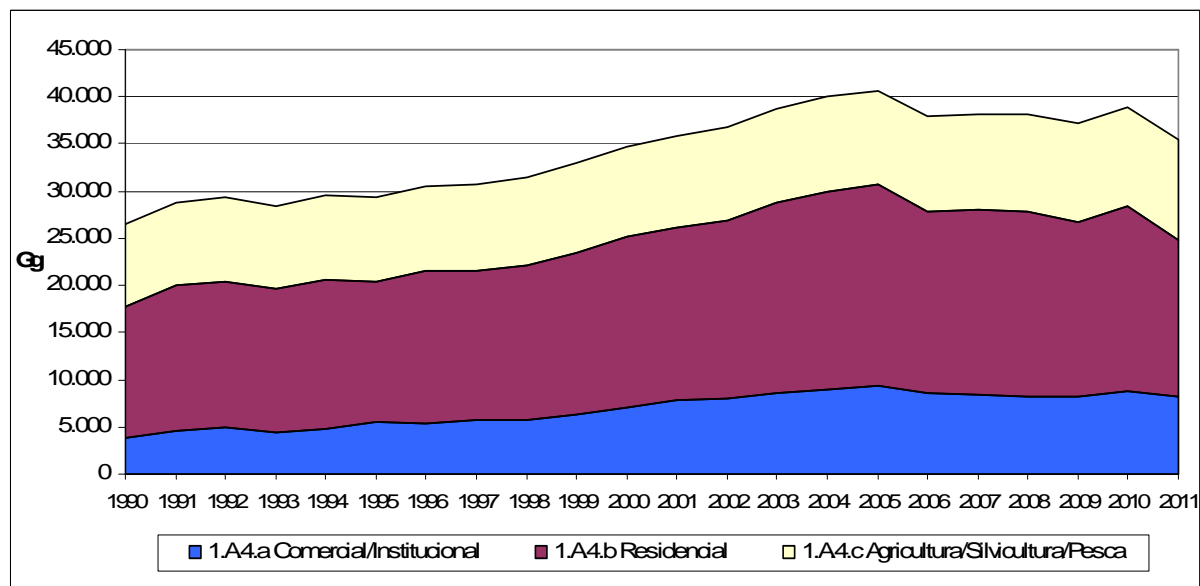
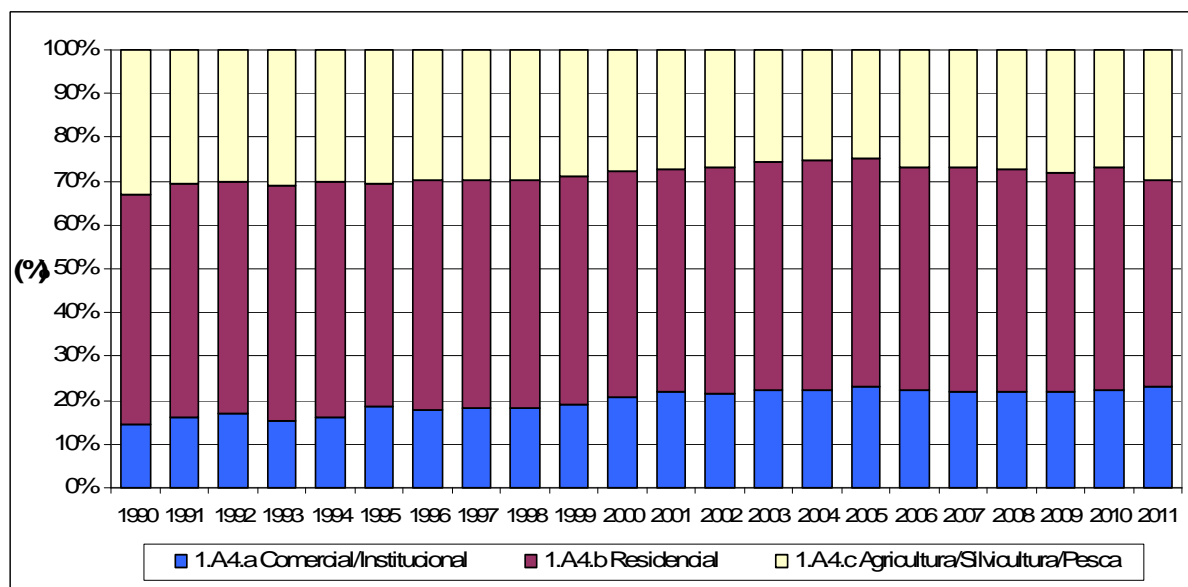


Figura 3.9.2.- Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq por sector respecto al total de la categoría 1.A.4



3.9.2.- Metodología

Las emisiones en esta categoría se han estimado en su práctica totalidad con un enfoque metodológico de nivel 2 propuesto por IPCC para los gases de efecto invernadero⁴⁹. En la selección del método para la determinación del CO₂ se han seguido los criterios expuestos en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC referentes a la combustión estacionaria, figura 2.1, según los cuales la disponibilidad de información de consumo (ventas) de combustible por sector socioeconómico determina la elección del nivel en cuestión. Para el caso particular de los motores estacionarios de riego, flota pesquera y maquinaria agroforestal, el procedimiento metodológico aplicado, basado en requerimientos energéticos por superficie, proporciona una estimación del consumo efectivo de combustible, lo cual se ajusta al enfoque de nivel 3 de IPCC.

Las fuentes básicas de información sobre las variables de actividad (consumos de combustibles) han sido:

- Para cogeneración en el sector comercial, se han considerado las explotaciones estadísticas elaboradas por el IDAE a partir de las declaraciones, vía cuestionario, de los centros cogeneradores de electricidad remitidas al Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR), información disponible para los años más próximos. Para extender la serie al periodo restante, se han aplicado, sobre datos nacionales de consumo imputable a generación eléctrica publicados en el balance energético de la AIE, la estructura sectorial (por tipo de combustible) y la distribución (por tipo de combustible y sector) de energía consumida destinada a generación eléctrica correspondiente al primer año cubierto por dicho registro.⁵¹
- Para los sectores comercial, institucional y residencial (categorías 1A4a y 1A4b), excluida cogeneración, la información se ha tomado esencialmente para los

⁴⁹ "IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories", apartados 2.1 y 2.2.

⁵⁰ Si bien la citada guía metodológica no informa de enfoques metodológicos avanzados para el caso de CH₄ y de N₂O, pues propone un único enfoque general para las emisiones provenientes de combustión estacionaria, se asume por similitud con la categorización empleada para la metodología de estimación del CO₂ que la distinción de variables de actividad y factores de emisión específicos por tipos de instalación constituiría un enfoque de nivel 2.

⁵¹ Las partidas de combustibles consumidas para producción de electricidad en plantas autoproductoras de este sector han sido encuadradas dentro del sector energía (categoría IPCC 1A1) e industrial (categoría IPCC 1A2). En concreto, al sector energía se asignan los consumos registrados por el inventario de vertederos, plantas de biometanización e incineradoras de residuos urbanos e industriales con valorización energética, emplazando las partidas del resto de plantas autoproductoras en el sector industrial. Esta reubicación de partidas al sector industrial está inducida por la carencia de una cobertura de información representativa temporalmente para distribuir por sectores la serie de consumo para la autoproducción publicada en los balances de AIE/EUROSTAT y cuestionarios internacionales, fuentes de información adoptadas por el inventario para esta actividad, asegurando de esta forma el principio de completitud y de homogeneidad temporal. Este tema será objeto de análisis prioritario dentro del recientemente creado GT-Energía.

combustibles fósiles del balance nacional de combustibles⁵², y para la biomasa se ha realizado una estimación de los consumos a partir de la información facilitada por el IDAE.

- Para el sector de agricultura, silvicultura y pesca (categoría 1A4c), la estimación se ha realizado a partir del conocimiento de los patrones de actividad y los requerimientos energéticos asociados a la misma, asumiendo que la práctica totalidad del combustible es gasóleo. En cuanto a la información sobre los patrones de actividad de los sub-sectores, pesca marítima, maquinaria agrícola y forestal, se ha procedido de la siguiente manera:

- * Pesca marítima: la información recoge los datos de potencia de la flota pesquera facilitada por la Dirección General de Ordenación Pesquera del MAGRAMA, y valores de los parámetros referentes a consumo específico medio de combustible por unidad de trabajo, número de días de operación al año, horas de operación por día, y frecuencia y duración de estancias en puerto, los cuales han sido contrastados con expertos del sector.

- * Maquinaria agrícola y forestal: para la maquinaria agrícola se ha partido de la información facilitada por la Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios del MAGRAMA para evaluar la potencia instalada en el parque activo por tipo de maquinaria (tractores, cosechadoras o motocultores). Otros parámetros que intervienen en el cálculo del consumo de combustibles son el número de horas/año efectivas de cada tipo de maquinaria y los requerimientos energéticos por hora de operación estándar y unidad de potencia nominal.

Para estimar los consumos correspondientes a la maquinaria forestal se ha seguido un tratamiento similar. En este caso, como información de base se han seleccionado datos socioeconómicos relativos a la silvicultura, tales como la superficie repoblada o el volumen de madera talada, recopilados en el Anuario Estadístico del MAGRAMA, completada para estas variables por expertos del sector para los años en los cuales no ha podido disponerse de la citada publicación, y especificada directamente por estos expertos para otras variables base de actividad complementarias tales como la longitud de caminos forestales arreglados y la superficie de cortafuegos. Asimismo, dichos expertos han proporcionado información complementaria relativa a las características de la maquinaria por clase de operación, tales como el número de unidades, la potencia media instalada en cada unidad, el rendimiento de arrastre o carga y el consumo específico medio de combustible, a partir de las cuales se ha derivado la potencia total instalada y/o las horas de funcionamiento por clase de operación.

⁵² Para ciertos combustibles, caso del gas natural, fuelóleo o gasóleo, se han revisado cifras de consumo atribuido a estos sectores en los balances energéticos nacionales de organismos internacionales AIE o EUROSTAT y en cuestionarios internacionales al presentar una variación interanual elevada presumiblemente no verosímil. En esta revisión se han utilizado fuentes complementarias acreditadas, entre las que se incluye el anuario de la asociación nacional del sector gasista, SEDIGAS, teniendo en cuenta especialmente las tasas de variación interanuales en las ventas de gas natural al sector doméstico-comercial notificadas en dicha publicación.

- * Finalmente, para la combustión estacionaria del sector agrícola (motores y otras instalaciones) se toma la información que figura en el balance nacional de combustibles con la excepción del gasóleo, para el que se estima un consumo en proporción al efectuado en la maquinaria móvil agrícola. Cabe mencionar el tratamiento diferenciado que se hace para la combustión estacionaria en los motores de riego de la agricultura, basándose en ratios de consumo de gasóleo por hectárea de regadío tomados del documento “Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética – E4” del sector agrícola⁵³ y en la superficie de regadío que figura en el Anuario Estadístico del MAGRAMA.

En las tablas 3.9.5 a 3.9.8 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para el conjunto de esta categoría y para cada sector comprendido dentro de la misma.

Tabla 3.9.5.- Consumo de combustibles: combustión en otros sectores (Cifras en TJ_{PCI})

Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Líquidos	307.952	336.849	367.144	383.616	347.623	339.995	332.023	334.374	312.280
Gasolina	262	264	231	224	194	245	195	195	195
Queroseno	4.791	2.298	130						
Gasóleo	190.800	217.276	259.079	289.435	267.036	261.260	259.054	261.613	248.250
Fuelóleo	11.035	25.632	18.893	13.219	7.016	6.895	6.484	6.077	4.616
G.L.P.	100.576	90.859	88.485	80.380	73.084	71.335	66.095	66.230	59.154
Coque de petróleo	488	520	325	358	293	260	195	260	65
Sólidos	28.353	15.685	12.815	13.300	12.272	12.796	13.198	12.032	8.632
Hulla y antracita	15.443	12.743	9.163	11.529	10.467	10.922	11.529	10.619	8.495
Lignito negro	924								
Aglomerados de hulla	152								
Gas manufacturado	11.834	2.943	3.652	1.771	1.805	1.873	1.669	1.413	137
Gaseosos	23.974	53.243	113.407	194.370	198.261	206.428	197.802	228.108	198.223
Gas natural	23.974	53.243	113.407	194.370	198.261	206.428	197.802	228.108	198.223
Biomasa	91.783	85.365	83.817	83.674	83.881	83.691	83.986	83.796	84.368
Madera/Res. de madera	82.455	79.191	78.672	78.672	78.672	78.689	78.693	78.672	78.672
Carbón vegetal	8.209	4.735	4.035	4.035	4.035	4.035	4.035	4.035	4.035
Otra biomasa sólida	1.118	859	968	968	968	968	968	968	968
Biogás		581	143		207		290	121	694
Total	452.062	491.143	577.183	674.960	642.037	642.910	627.009	658.310	603.503

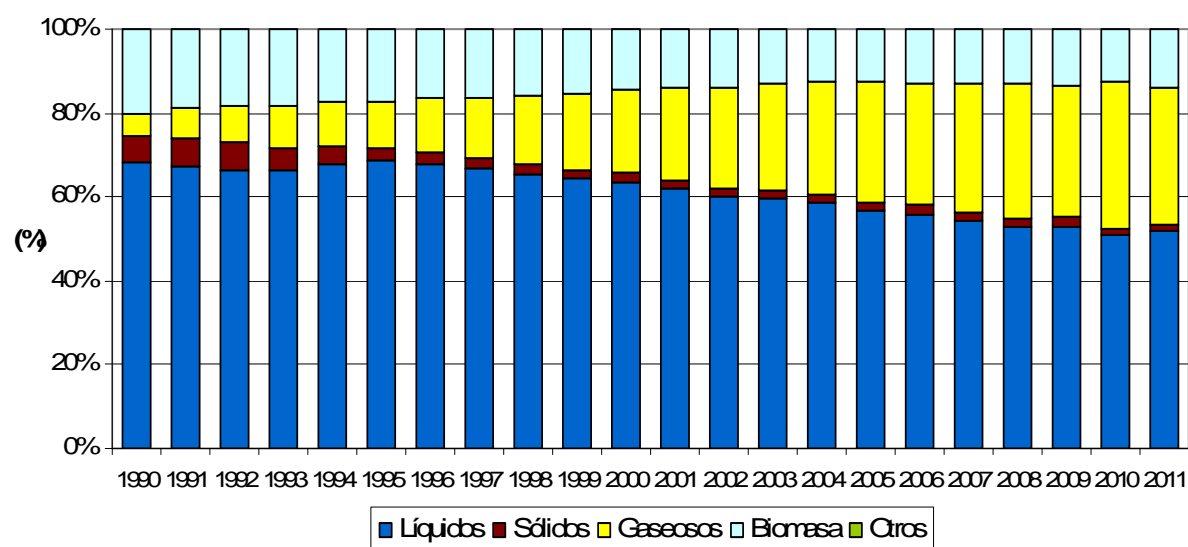
Tal y como se refleja en la figura 3.9.3, un examen del conjunto de la categoría revela la permanencia de los productos petrolíferos como principal fuente de energía de origen fósil (en torno al 52% en 2011)⁵⁴. No obstante, su participación se ha reducido a lo largo del periodo ante la notable expansión de la infraestructura gasista y del suministro de gas natural, el cual se configura como la segunda fuente energética de origen fósil al pasar su contribución del 5,3% en 1990 al 32,8% en 2011. Por contra, cabe señalar la disminución, en términos absolutos y de significación, del uso de combustibles derivados de carbones respecto al año 1990 hasta unos niveles secundarios.

⁵³ Documento de trabajo para “Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 del Sector Agricultura y Pesca”, edición de julio de 2003.

⁵⁴ En esta participación de los combustibles líquidos se está computando el consumo de las actividades de la pesca y la maquinaria móvil agrícola y forestal.

Con relación a la energía procedente de fuentes renovables, la limitada información disponible acerca de la biomasa destinada a consumo final (i.e. excluida la parte consumida para cogeneración de electricidad) ha determinado la subrogación de las estimaciones de estas partidas para el año 1995 a los años posteriores, elevando considerablemente la incertidumbre asociada.

Figura 3.9.3.- Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}

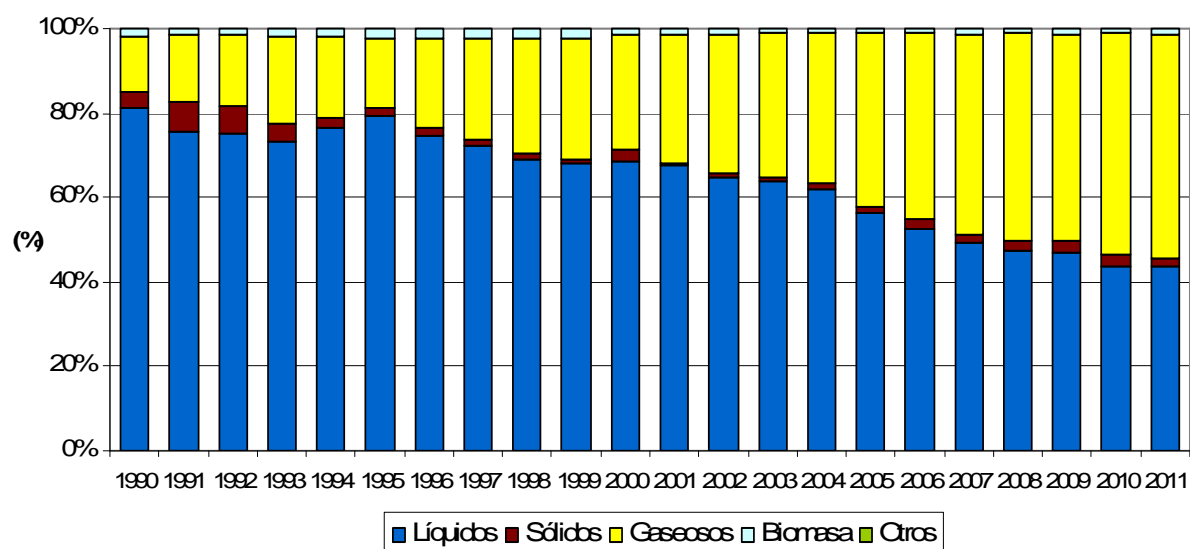


Analizando la distribución del consumo energético de combustibles por sectores socioeconómicos, la significación del sector institucional-comercial en el conjunto de la categoría ha aumentado sensiblemente pasando a representar el 21,4% del consumo total de la categoría en 2011. Al examinar la tabla 3.9.6 con la evolución de los distintos tipos de combustibles, cabe observar que la pauta general creciente en la demanda energética de este sector (133,7% superior en 2011 respecto a 1990) está fundamentalmente satisfecha por la penetración pronunciada del gas natural en la estructura energética del sector, tanto para la generación de calor como para su uso en instalaciones de cogeneración (calor y electricidad), en combinación con el crecimiento, más moderado, experimentado hasta el año 2004 por el gasóleo para producción de calor.

Tabla 3.9.6.- Consumo de combustibles: combustión en el sector comercial e institucional (Cifras en TJ_{PCI})

Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Líquidos	44.096	62.871	72.064	80.440	63.714	60.998	59.729	59.503	56.199
Gasóleo	26.715	31.160	48.766	62.003	50.811	47.954	47.654	47.772	46.318
Fuelóleo	9.829	22.873	14.000	8.960	4.083	4.002	3.872	3.585	2.326
G.L.P.	7.389	8.643	9.135	9.314	8.691	8.911	8.105	8.016	7.523
Coque de petróleo	163	195	163	163	130	130	98	130	33
Sólidos	2.128	1.524	2.709	2.150	2.449	2.635	3.170	3.715	2.557
Hulla y antracita	880	607	1.092	1.517	1.669	1.820	2.427	2.427	2.427
Lignito negro	13								
Gas manufacturado	1.234	917	1.617	633	780	814	743	1.287	130
Gaseosos	7.178	12.913	28.775	58.797	61.885	63.427	62.156	71.435	68.172
Gas natural	7.178	12.913	28.775	58.797	61.885	63.427	62.156	71.435	68.172
Biomasa	947	1.853	1.467	1.324	1.531	1.341	1.636	1.446	2.018
Madera/Res. de madera	569	764	796	796	796	813	817	796	796
Carbón vegetal	378	508	529	529	529	529	529	529	529
Biogás		581	143		207		290	121	694
Total	54.348	79.160	105.015	142.712	129.578	128.401	126.691	136.098	128.947

En la figura 3.9.4 se muestra la distribución de los consumos en el sector comercial-institucional por tipo de combustible a lo largo de todo el periodo inventariado. En dicha figura se manifiesta una pérdida de significación de los productos petrolíferos en la energía fósil consumida en este sector, con un mínimo local en el año 1993, reflejo de la crisis económica existente en dicho año, que indujo una caída de la demanda energética global del sector y, de manera más acusada, del fuelóleo consumido, y una recuperación parcial hasta el año 1995. A partir de este año, la penetración más acentuada del gas natural en este sector, reemplazando, al menos parcialmente, al consumo de productos petrolíferos, ha motivado un incremento de la contribución del gas natural en detrimento de estos últimos.

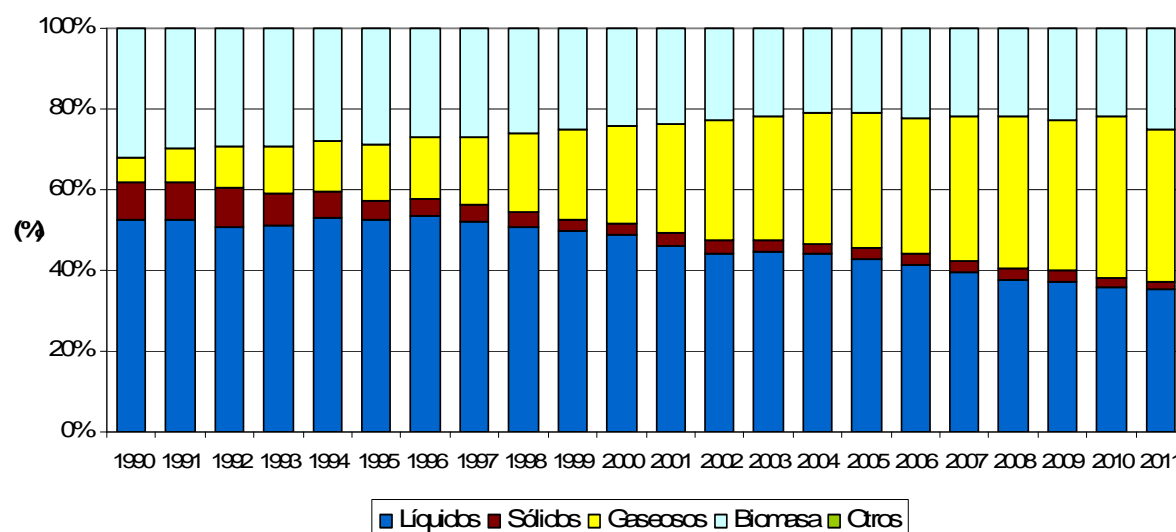
Figura 3.9.4. Distribución del consumo de combustible en el sector comercial e institucional (sobre base TJ_{PCI})

Por lo que respecta al sector doméstico, éste representa el mercado consumidor dominante dentro de esta categoría, con un crecimiento moderado en la demanda de combustibles (37,7% en 2011 respecto a 1990), que es satisfecho mediante un suministro adicional de gas natural. Cabe mencionar en este sector una influencia de la climatología en los niveles de demanda, presentando los años de mayor suavidad climatológica, caso del 2006, 2009 y 2011, una inflexión en la demanda respecto al año precedente; por el contrario, esta actividad presenta mayor inelasticidad relativa respecto a la actividad económica de los consumos de combustibles en este subsector en comparación con el sector comercial-institucional. En la tabla 3.9.7 se presentan los consumos desglosados de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector residencial.

Tabla 3.9.7.- Consumo de combustibles: combustión en el sector residencial (Cifras en TJ_{PCI})

Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Líquidos	146.554	151.780	167.003	169.242	147.486	141.126	133.492	135.703	117.201
Gasóleo	53.424	69.960	87.174	97.520	83.316	78.779	75.387	77.253	65.296
Fuelóleo	603	1.607	3.496	3.014	1.808	1.808	1.808	1.808	1.808
G.L.P.	92.202	79.888	76.171	68.513	62.199	60.408	56.199	56.512	50.064
Coque de petróleo	325	325	163	195	163	130	98	130	33
Sólidos	25.850	14.162	10.106	11.150	9.823	10.161	10.028	8.317	6.074
Hulla y antracita	14.563	12.136	8.070	10.012	8.799	9.102	9.102	8.192	6.068
Lignito negro	536								
Aglomerados de hulla	152								
Gas manufacturado	10.600	2.026	2.036	1.138	1.024	1.059	926	126	6
Gaseosos	16.684	39.964	82.757	132.631	133.388	140.213	131.800	152.455	124.389
Gas natural	16.684	39.964	82.757	132.631	133.388	140.213	131.800	152.455	124.389
Biomasa	89.164	83.346	82.183	82.183	82.183	82.183	82.183	82.183	82.183
Madera/Res. de madera	81.108	78.349	77.798	77.798	77.798	77.798	77.798	77.798	77.798
Carbón vegetal	7.831	4.227	3.506	3.506	3.506	3.506	3.506	3.506	3.506
Otra biomasa sólida	226	770	879	879	879	879	879	879	879
Total	278.252	289.251	342.050	395.207	372.880	373.683	357.503	378.659	329.847

En la figura 3.9.5 se muestra la distribución de los consumos en el sector residencial. La gráfica presenta una apreciable similitud con la ya comentada figura correspondiente al consumo del conjunto de la categoría, si bien presentando unos niveles de participación de los productos petrolíferos inferiores, en favor de los otros tipos de combustibles.

Figura 3.9.5. Distribución del consumo de combustible en el sector residencial (sobre base TJ_{PCI})

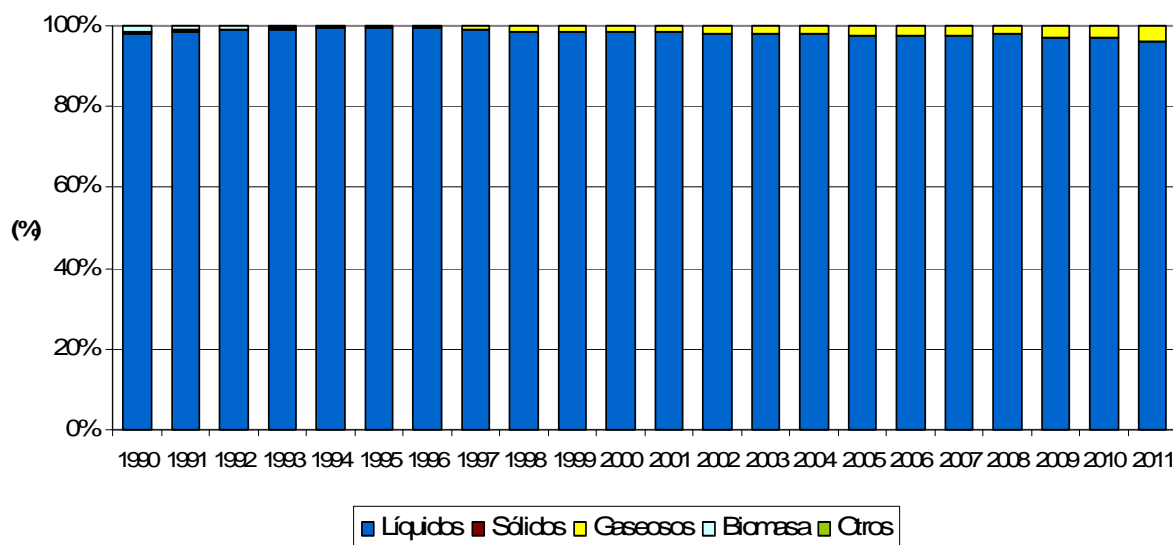
El sector agroforestal y pesquero, con un 24,0% del consumo total de la categoría en 2011, representa el segundo mercado de consumo energético de combustibles en esta categoría y primero en consumo de gasóleo, combustible completamente dominante en este sector. La demanda total energética en este sector, muestra un incremento sostenido y suave a lo largo de todo el periodo (21,1% en 2011 respecto a 1990), tal y como se refleja en la tabla 3.9.8, resultado principalmente del aumento de unidades y del consumo en la maquinaria móvil agrícola, principal actividad consumidora en este sector, y, con carácter más moderado, de la demanda en las instalaciones fijas en establecimientos agrícola-ganaderos, en contraposición al descenso continuo de actividad y consumo experimentado por la flota pesquera.

Tabla 3.9.8.- Consumo de combustibles: combustión en el sector agricultura, selvicultura y pesca (Cifras en TJ_{PCI})

Tipo	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Líquidos	117.303	122.199	128.077	133.934	136.423	137.871	138.803	139.168	138.880
Gasolina	262	264	231	224	194	245	195	195	195
Queroseno	4.791	2.298	130						
Gasóleo	110.661	116.156	123.139	129.912	132.909	134.526	136.013	136.589	136.636
Fuelóleo	603	1.152	1.397	1.246	1.125	1.085	804	683	482
G.L.P.	985	2.329	3.179	2.552	2.194	2.015	1.791	1.702	1.567
Sólidos	375								
Lignito negro	375								
Gaseosos	112	366	1.876	2.942	2.989	2.789	3.846	4.218	5.662
Gas natural	112	366	1.876	2.942	2.989	2.789	3.846	4.218	5.662
Biomasa	1.672	166	166	166	166	166	166	166	166
Madera/Res.madera	779	78	78	78	78	78	78	78	78
Otra biomasa sólida	893	89	89	89	89	89	89	89	89
Total	119.461	122.731	130.119	137.042	139.578	140.826	142.815	143.552	144.708

El ya comentado predominio de los productos petrolíferos, principalmente gasóleo, en este sector se evidencia en la figura 3.9.6, siendo muy marginal el consumo del resto de combustibles (inferior al 4%).

Figura 3.9.6. Distribución del consumo de combustible en el sector agricultura, selvicultura y pesca(sobre base TJ_{PCI})



Para la estimación de las emisiones de CO_2 se han aplicado factores de emisión por defecto a partir de características estándares de los combustibles. En cuanto a la estimación de las emisiones de CH_4 y N_2O se han utilizado factores seleccionados de las diferentes guías metodológicas (EMEP/CORINAIR, EMEP/EEA, IPCC) y de fuentes sectoriales e institucionales (API, CITEPA, cuestionarios individualizados a los principales productores y distribuidores de motores estacionarios de gas) sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI. Este mismo procedimiento se ha seguido para la estimación de los demás contaminantes considerados en el CRF (SO_2 , NO_x , COVM y CO). Cabe hacer mención en esta categoría al procedimiento de cálculo de los factores de emisión para la maquinaria móvil agrícola y forestal que, con los factores y enfoque metodológico de nivel 2 del Libro Guía EMEP/EEA 2009, proporciona factores anuales por unidad de masa de combustible consumido para cada tipo de maquinaria basándose en la aproximación del parque anual (tecnología, edad) contemplada en dicha guía metodológica para cada año del inventario.

En las tablas 3.9.9 a 3.9.13 se presentan los factores de emisión utilizados en la estimación de las emisiones distinguiendo por tipo de instalación. Por lo que se refiere a la maquinaria móvil agrícola y forestal, la tabla recoge el factor de CO_2 por defecto basado en las características estándares del gasóleo y el rango de los valores anuales de los otros factores de emisión, en concreto de CH_4 y de N_2O , calculados para el periodo inventariado.

Tabla 3.9.9.- Factores de emisión. Calderas

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gasóleo	73	3,5	0,7
Fuelóleo	76	7	1,5
G.L.P.	65	1,5	2,5
Coque de petróleo	98,3	225	2,5
Hulla y antracita	101	450	1,4
Lignito negro	99,42	450	1,4
Aglomerados de hulla	101	450	3
Gas manufacturado	52	5	2,5
Gas natural	55-56 (1)	2,5	0,9
Madera/Res. de madera	110	320	4
Carbón vegetal	110	450	1
Residuos agrícolas	110	320	4
Biogás	112	2,5	1,75

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10, y Capítulo 111, Tablas 27, 29 y 30

Manual de Referencia 1996 IPCC, tabla 1-1, para el CO₂ de la biomasa

Manual de Referencia 1996 IPCC (Tabla 1-8) para el N₂O de la hulla y antracita, lignito negro, madera y residuos de madera, carbón vegetal y residuos agrícolas.

CITEPA, para el N₂O del coque de petróleo, los GLP, el gas manufacturado (en este caso asimilado a otros combustibles gaseosos) y del biogás.

API Compendium para el N₂O del fuelóleo, del gasóleo y del gas natural ("*Uncontrolled boilers and heaters*")

(1) Años 1990 y 1991: 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

Tabla 3.9.10.- Factores de emisión. Turbinas de gas

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Gasóleo	73	4	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	4	1,3

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10.

CITEPA, para el N₂O del fuelóleo.

API Compendium para el N₂O del gasóleo (asimilado al factor de emisión de motores estacionarios) y del gas natural ("*Tabla C1 – Uncontrolled turbines*")

(1) Años 1990 y 1991: 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

Tabla 3.9.11.- Factores de emisión. Motores estacionarios

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Queroseno	73	4	2
Gasóleo	73	1,5	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	316	1,3

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10.

CITEPA, para el N₂O del fuelóleo.

API Compendium para el N₂O del gasóleo (Tabla C1. *Large Bore Diesel Engine*) y del gas natural ("*Tabla C1. 4 Cycle – Lean Burn*")

Cuestionarios individualizados a los principales productores y distribuidores de motores estacionarios de gas para el Inventario Nacional de Emisiones, para CH₄ del gas natural

(1) Años 1990 y 1991: 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

Tabla 3.9.12.- Factores de emisión. Maquinaria móvil agrícola y forestal

	CO ₂ (t/t)	CH ₄ (kg/t)	N ₂ O (kg/t)
Maquinaria móvil agrícola Gasóleo	3,160	0,038-0,104	0,126-0,137
Maquinaria móvil forestal Gasolina	3,197	1,225-3,105	0,013-0,020
Gasóleo	3,160	0,023-0,099	0,130-0,139

Fuente: Elaboración basada en el Libro Guía EMEP/EEA, Parte B, Capítulo 1.A.4 Non-road mobile source and machinery, Tablas 3-2, 3-3 y 3-5 (para maquinaria móvil agrícola) y Tablas 3-2 a 3-4, 3-6 y 3-8 (para maquinaria móvil forestal).

Tabla 3.9.13.- Factores de emisión. Pesca marítima

	CO ₂ (t/t)	CH ₄ (kg/t)	N ₂ O (kg/t)
Gasóleo	3,138	0,095	0,080

Fuente: CO₂: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B, Capítulo 810, ecuación (2).

CH₄: Estudio "Marine Exhaust Emissions Research Programme", asumiendo para los COV un contenido de metano del 5%.

N₂O: Libro Guía EMEP/CORINAIR (edición agosto 2002). Parte B, Capítulo 842, Tabla 8.2

3.9.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Con respecto a las variables de actividad (consumo de combustibles), la disponibilidad de información resulta heterogénea atendiendo a las distintas clases de combustibles, juzgándose muy limitada para el caso de los carbones y los productos petrolíferos y de mayor exhaustividad y fiabilidad con relación al gas natural.

Para los consumos de carbones y de productos petrolíferos, la información de base, proveniente de las estadísticas de almacenistas e importadores de carbón y de los datos facilitados por los operadores y distribuidores de productos petrolíferos, se complementa por el equipo del inventario con estimaciones de requerimientos energéticos por cruce de tipo de instalación (combustión estacionaria en instalaciones de calefacción y motores, pesca marítima y maquinaria móvil) y subsector de esta categoría (sector comercial-institucional, sector residencial, agricultura, silvicultura y pesca). Para el caso de los carbones, el procedimiento de estimación integra adicionalmente un análisis de la evolución de la mezcla de combustibles para cada subsector. En conclusión, y atendiendo a la clasificación expuesta en la Guía 2006 IPCC (tabla 2.15), se considera que los consumos estimados de estas dos clases de combustibles proceden de un "sistema menos desarrollado" cruzado con "extrapolación"; por tal motivo, se ha tomado un coeficiente de incertidumbre del 20% para los carbones y del 15% para productos petrolíferos, valor medio y límite inferior, respectivamente, del rango propuesto en la citada guía para este sistema de captura (rango: 15%-25%).

En cuanto al consumo de gas natural, se cuenta con información que, compilada por segmentos sectoriales y de cantidad en cuanto a tipos de tarifa, se considera que corresponde a un "sistema estadístico bien desarrollado" y prácticamente exhaustivo, si bien existe una cierta indefinición en la combinación de consumo imputable a electricidad en cogeneración y resto de consumos por actividades sectoriales. Es por ello que, en definitiva, se ha optado por tomar para el coeficiente de incertidumbre un valor del 5%, límite superior del rango reflejado en la Guía 2006 IPCC para este tipo de sistema cruzado con encuesta (rango: 3-5%).

La incertidumbre del consumo de combustibles fósiles, expresado en energía, para esta categoría se estima del 10%, considerando una media ponderada de los valores propuestos para los combustibles fósiles consumidos en esta categoría (25% para sólidos, 15% para líquidos y 5% para gaseosos). En cuanto a la biomasa, la imprecisión en las fuentes de las variables de actividad lleva a estimar su incertidumbre en un 100%, según se deriva de la información presentada en la tabla 2.15 de la Guía 2006 IPCC para el cruce de “sistema estadístico menos desarrollado” con “extrapolación”.

Por lo que a los factores de emisión de CO₂ se refiere, la incertidumbre asociada es el resultado de la combinación de los coeficientes estimados para el contenido de carbono del combustible y para la fracción de oxidación del carbono a CO₂. Así, las incertidumbres de los factores de emisión para los carbones se cifran en un 15,1%, a partir de un 15% en el contenido de carbono y un 1,5% en el factor de oxidación. Para los combustibles líquidos, dominados en esta categoría por el gasóleo, el coeficiente se cuantifica en un 2,2%, resultante de tomar un valor del 2% en el contenido de carbono y un 1% en el factor de oxidación. Por último, se ha asignado para el gas natural una incertidumbre del 1,4% en el contenido de carbono, cifra deducida de la composición molar facilitada por la principal compañía de este gas, y una incertidumbre del 0,5% en el factor de oxidación, resultando de dicha combinación un coeficiente del 1,5% en el factor de emisión.

Por lo que respecta al factor de emisión de CH₄ la incertidumbre se estima en un 150%, tomando como referencia el rango propuesto (-50% a 150%) en la tabla 2.5 de la Guía Buenas Prácticas 2000 IPCC. Consultando la misma fuente de referencia, se ha asociado una incertidumbre de un orden de magnitud al factor de N₂O.

En lo que a la coherencia temporal se refiere, cabe hacer notar que, aunque la fuente de referencia para los datos de consumo asociados a combustión estacionaria son esencialmente los balances energéticos nacionales publicados por la AIE y EUROSTAT, complementados con estadísticas nacionales de producción y consumos en cogeneración facilitados por el Instituto de Diversificación y Ahorro Energético (IDAE), la erraticidad mostrada por las series de los balances no siempre ha podido ser adecuadamente justificada (esta erraticidad no se refleja en la variable de actividad asociada a la maquinaria móvil, determinada con ayuda de patrones de actividad (véase apartado 3.9.2)). Con el objeto de minimizar discrepancias, no justificadas, con la evolución de las variables socioeconómicas determinantes en cada subsector, se ha procedido a revisar las series de energía consumida, total y por tipo de combustible, para cada subsector, revisando cifras reportadas en los balances.

3.9.4.- Control de calidad y verificación

Los controles de calidad y verificación que se han aplicado en esta categoría a las actividades de maquinaria móvil agro-forestal y para la pesca marítima, están basados en cuanto a tasas de actividad (horas de operación en el año) y en cuanto a parámetros del algoritmo de estimación de consumos (coeficientes de paso de parque registrado a parque efectivo y ratios de consumo específico (por CVh) en juicios de experto, al no disponerse en general de estadísticas de contraste.

Para las restantes actividades (combustión estacionaria) las variables de actividad se han derivado de los balances energéticos y de información complementaria de estadísticas sectoriales para el caso de los motores de riego y cogeneración en el subsector servicios. Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, para el caso del consumo final, no destinado a la generación de electricidad, se han analizado las series energéticas por subsector, valorando su afinidad con la tendencia de las respectivas variables socioeconómicas representativas.

La disponibilidad de información detallada por planta referente a cogeneración para el último periodo ha posibilitado un análisis más pormenorizado de las explotaciones estadísticas empleadas como fuente de información por el Inventario para estas actividades. El examen de dicha información ha permitido revisar las cifras agregadas disponibles e identificar duplicidades de contabilización debidas a discrepancias entre las asociaciones de las plantas a sectores socioeconómicos empleadas por la fuente de las estadísticas y por el propio Inventario.

3.9.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se describen las principales variaciones efectuadas en esta categoría en la presente edición con respecto a la edición pasada.

- Reubicación de la serie de consumo imputable a generación eléctrica en plantas autoproductoras del sector comercial-institucional (categoría IPCC 1A4a) dentro de la categoría IPCC 1A2. La limitada cobertura temporal en la información de base disponible para distribuir por sectores económicos el consumo total para autoproducción eléctrica contribuía a una falta de homogeneidad en las series de consumos sectoriales estimados en la edición pasada del inventario para este tipo de plantas. Con el propósito de asegurar la homogeneidad temporal se ha optado en la presente edición por integrar las partidas de combustible atribuidas a la generación eléctrica en autoproductoras de otros sectores dentro del sector industrial. Este ejercicio ha supuesto modificaciones en las estimaciones del gas natural y de combustibles renovables (biomasa sólida y biogás) consumidas por esta categoría IPCC para el periodo 2006-2009.
- Revisión de la estimación del consumo de gas natural en el sector residencial (categoría IPCC 1A4b) para los años 2006-2010 sobre la base de las variaciones interanuales en las ventas al sector doméstico-comercial publicadas por la asociación española del gas, SEDIGAS.
- Modificación de la cantidad de combustible asignada a maquinaria móvil agroforestal (encuadrada dentro de la categoría IPCC 1A4c) para los años 2009 y 2010. Se ha modificado el consumo de combustibles en unidades destinadas a operaciones forestales de tala o arrastre de madera estimado para estos años, al estar disponible en la presente edición la información de base (volumen de madera cortada en 2009, dato publicado en el Anuario Estadístico del MAGRAMA).

Asimismo, se ha revisado el consumo de maquinaria móvil forestal destinada a actividades de reforestación para los años 2008 y 2009 al detectarse que la serie de superficie publicada en el Anuario Estadístico del MAGRAMA, y aplicada como

indicador de actividad en el inventario, no incorporaba para tales años la información de forestación correspondiente a ciertas regiones. Para suplir estas omisiones se han asumido los niveles de forestación en 2007 recogidos en la citada fuente para esas mismas regiones.

La comparación de resultados de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos de valores absolutos en la figura 3.9.7 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 3.9.8. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en esta actividad se sitúa entre -0,68% (año 2006) y -0,80% (año 2010).

Figura 3.9.7.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012

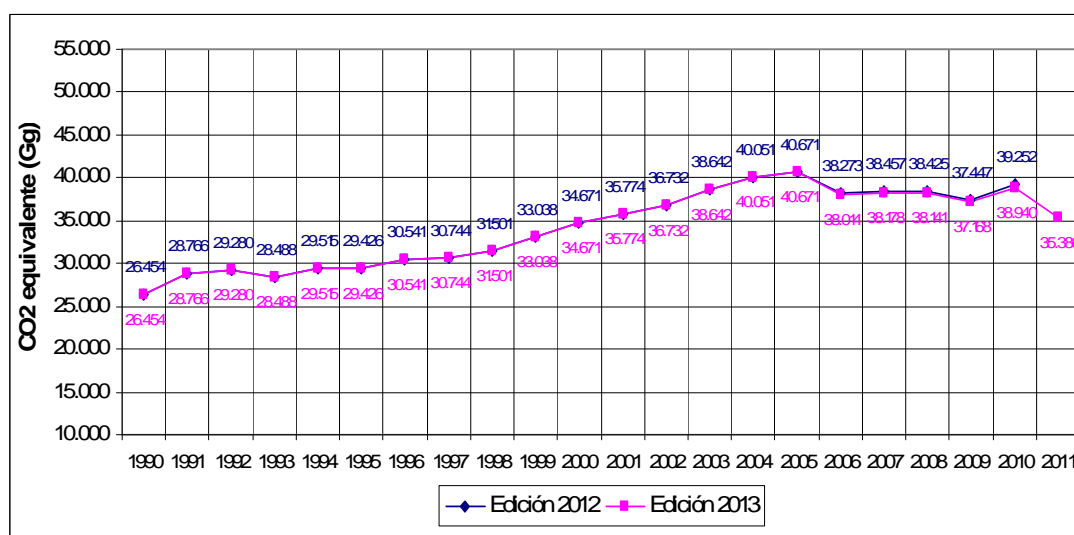
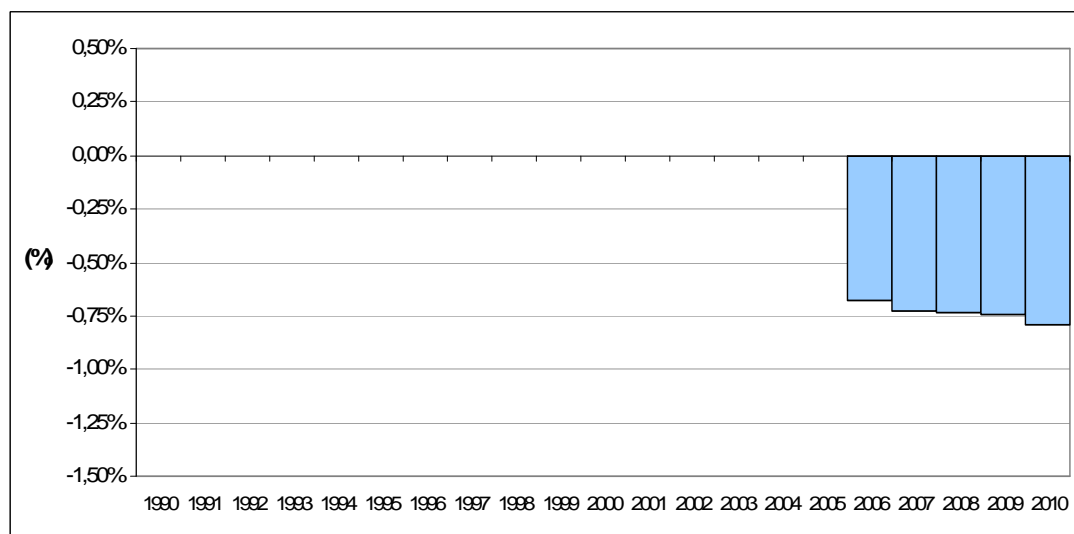


Figura 3.9.8.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012



3.9.6.- Planes de mejora

Se sigue trabajando en la metodología alternativa de estimación del consumo de combustibles de la maquinaria móvil agroforestal (integrando información sobre estándares de requerimiento energético y otros parámetros relevantes para los algoritmos de estimación de las emisiones). Esta línea de trabajo, emprendida en ediciones previas del inventario en colaboración con la Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), se orienta esencialmente a una estimación del consumo a partir de un análisis detallado de los requerimientos de actividad del parque de tractores para desarrollar las labores agrícolas que determina las superficies cultivadas y las producciones obtenidas. Esta nueva metodología está siendo contrastada con los resultados obtenidos con otras fuentes, tales como información tributaria e incentivos fiscales, encuestas de consumos energéticos del Instituto Nacional de Estadística o indicadores económicos del medio rural elaborados por el MAGRAMA. Este proceso se desarrolla dentro del marco de revisión más extensiva del balance energético de gasóleo que, abarcando el bloque de consumo final, identifica los sectores susceptibles de ver modificado su consumo (ya sea mediante mejora de su metodología de cálculo o efecto de una reubicación de partidas asignadas en la edición anterior) que garantice el cuadre con la disponibilidad para consumo final.

Por lo que respecta a la combustión estacionaria, se sigue investigando la forma de abordar el levantamiento de información de base sobre la penetración de nuevas tecnologías en las instalaciones térmicas de este sector.

Entre los objetivos de mejora planteados por el recientemente creado GT-Energía se ha identificado como prioritario el proceso de armonización de fuentes y consistencia de las series de consumos imputados a los sectores comercial-institucional. A este respecto, se ha propuesto al GT-Energía el análisis de la homogeneidad temporal en el procedimiento de asignación de consumos a estos sectores dentro del balance energético nacional y el análisis comparativo, e integración en su caso, de los resultados recogidos en estudios nacionales de consumo sectorial desarrollados en el marco de proyectos europeos estadísticos (Análisis del consumo energético del sector residencial en España, Proyecto SECH-SPAHOUSEC, elaborado por IDAE e impulsado por EUROSTAT).

3.10.- Emisiones fugitivas – combustibles sólidos (1B1)

3.10.1.- Descripción de la actividad

Esta categoría integra las emisiones generadas en los procesos de extracción, almacenamiento y manipulación de combustibles sólidos, carbones, pero no incluyen las provenientes de actividades de combustión, aunque utilicen carbones, para la generación de energía destinada a aquellos procesos.

Las actividades identificadas y para las cuales se han estimado emisiones de metano, y/o dióxido de carbono, son: a) la minería del carbón; b) tratamiento previo del carbón; c) almacenamiento de carbón; y d) hornos de coque (fugas en su apertura y extinción)⁵⁵.

La minería española del carbón ha experimentado un evidente retroceso a lo largo del periodo cubierto por el inventario, reflejado en un descenso sostenido de producción, que acentuó en 2008 con la suspensión de actividad, cierre definitivo o interrupción, de unidades de producción y reducciones en las producciones de pozos y minas a cielo abierto operativos, actuación ésta última que prosigue en los años 2009 y 2010 como resultado principalmente de su menor demanda para generación eléctrica. Para el último año del inventario, esta menor demanda de carbón en 2010 por parte del sector energético ha favorecido la mayor disponibilidad de existencias en los depósitos de carbón a principios de año reduciéndose el volumen anual de producción. Así, la producción bruta de carbón en 2011, que disminuye un 11,9% con respecto a 2010, con un retroceso generalizado tanto por modo de extracción (minería a cielo abierto y subterránea) como por tipo de carbón, acumula una reducción del 77,5% con respecto a 1990, pasando de 43.120 kt en 1990 a 9.689 kt en 2011.

Si bien la tendencia decreciente general en la minería energética nacional se registra en los dos modos de extracción existentes, superficial y subterráneo, tal y como se ha indicado, la pérdida de actividad no ha sido homogénea. Así, la participación de la explotación subterránea en el conjunto de la actividad minera se ha situado a lo largo del periodo inventariado en un rango comprendido entre el 42,5% y el 55,6% respecto a la producción total nacional. La evolución de esta cuota de representación muestra un perfil dispar con periodos de crecimiento, años 1992-1997 y 2004-2009, alternados con tramos de crecimiento prácticamente sostenidos. La tendencia presentada en el último periodo está marcada al menos parcialmente por el cese de actividad a partir del año 2008 de la minería extractiva (a cielo abierto) del lignito pardo, y la correspondiente pérdida de participación de la minería a cielo abierto, cuya repercusión se ve suavizada por un cambio estructural en 2008 en las técnicas de explotación empleadas que fomenta el desarrollo de la minería a cielo abierto en detrimento de la minería subterránea. Para el año 2011, y en comparación con los niveles del año 2010, la estabilidad relativa en el volumen de producción de la minería subterránea (crecimiento de 2,8%) y el descenso significativo en las partidas correspondientes a la minería a cielo abierto (bajada del 24,3%) determinan un incremento en la participación de la extracción subterránea en la minería del carbón alcanzando en 2011 una cuota del 53,2%, próxima a la del año 1996. Este comportamiento dispar tiene, como se verá más abajo, su incidencia en la evolución de las emisiones para el conjunto de esta categoría, dado que la extracción subterránea tiene unos factores de emisión significativamente mayores que los correspondientes a la minería a cielo abierto.

Con respecto al efecto en las emisiones de esta evolución en los modos de extracción y tipos de carbón, cabe hacer notar que el citado cese de la extracción del lignito pardo (a cielo abierto) en el periodo 2008-2011 ha contribuido a un incremento en los niveles de emisión de la minería a cielo abierto al tratarse de minas con los menores niveles de

⁵⁵ Entre las actividades de manipulación se distinguen los procesos de transformación del carbón en coque y semicoque sólido. Este último proceso no se contempla en la lista de actividades al no realizarse en España.

concentración de grisú. Esta influencia en el factor de emisión implícito para la minería ha sido sin embargo contrarrestada por un incremento de la participación de la antracita en la producción nacional, cuya concentración de grisú se estima análoga al lignito, unido al citado cambio estructural en 2008 en los medios de extracción (potenciación de la minería a cielo abierto en detrimento de la minería subterránea).

Por lo que respecta a la producción de coque de carbón, los 2010 y 2011 presentan una recuperación productiva, impulsada por el incremento de la actividad del sector siderúrgico, tras la acusada caída en la producción experimentada en 2009, mínimo en la serie histórica, la cual presentaba desde el año 2000, y tras una etapa previa de decrecimiento, un periodo de relativa estabilidad con unos niveles de producción cercanos a los propios del año 1992. Así, de la comparación con las cifras estimadas para 1990 se desprende una reducción de la producción en 2011 del 34,4%, al pasar de 3.211 kt en 1990 a 2.106 kt en 2011.

Entre los contaminantes emitidos por estas actividades, véase tabla 3.10.1, destaca el metano, contaminante por el cual esta categoría IPCC se ha identificado como fuente clave, tanto por su nivel de emisión en el año base como por su tendencia en el año 2011. El otro gas con efecto directo sobre el calentamiento es el dióxido de carbono, cuyas emisiones corresponden a la apertura y extinción de hornos de coque.

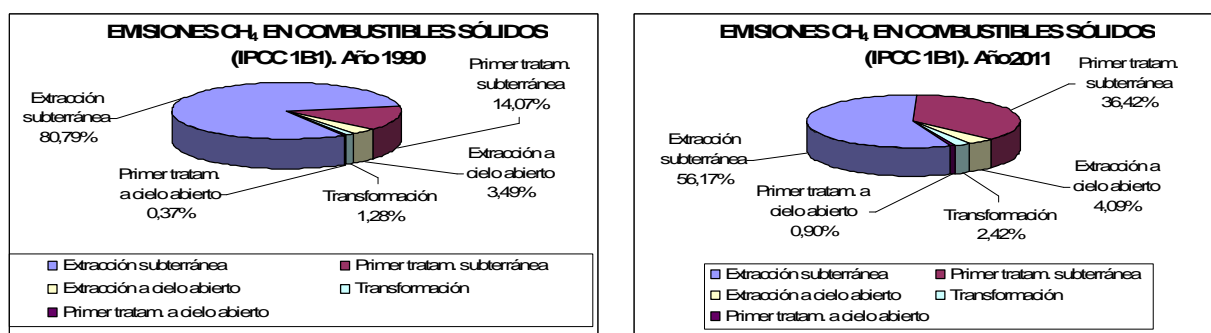
Tabla 3.10.1.- Emisiones por contaminante (Cifras en Gigagramos de CO₂-eq)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂	17,63	13,38	15,27	89,91	93,55	43,35	14,01	37,13	43,86
CH ₄	1.817,54	1.469,26	1.247,61	938,87	883,43	692,31	622,32	536,09	629,45
Total CO₂-eq	1.835,17	1.482,64	1.262,88	1.028,78	976,98	735,66	636,33	573,22	673,31

La minería del carbón es la fuente predominante de las emisiones de CH₄, con una participación que supera el 97% de las estimaciones de dicho contaminante en la categoría 1B1. Por modo de operación, y a pesar de observarse en los últimos años una pauta de gradual retroceso de la actividad, cabe reseñar la elevada contribución de la minería subterránea tanto en la propia fase de extracción como la de primer tratamiento, véanse tabla 3.10.2 y figura 3.10.1. Así, las emisiones de CH₄ en esta categoría han descendido en el año 2011 un 65,4% con respecto a 1990, debido principalmente a la bajada del mismo orden que se produce en la actividad de la minería subterránea (66,2%), con reducciones más acusadas en la fase extractiva (75,9%) y descensos más reducidos en la fase de primer tratamiento (10,4%). Las restantes fuentes muestran también reducciones en sus emisiones respecto a 1990: 55,3% para la extracción y tratamiento en la minería a cielo abierto y 34,4% para la transformación de combustibles sólidos.

Tabla 3.10.2.- Emisiones de CH₄ (Cifras en Gigagramos de CO₂-eq)

Categoría IPCC	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1B1a.i Minería subterránea <i>del cual</i>	1.724,03	1.380,09	1.164,92	859,18	807,79	619,29	568,62	480,41	582,79
Extracción	1.468,32	1.135,52	887,35	625,96	571,99	439,90	381,82	309,46	353,57
Primer tratamiento	255,71	244,58	277,57	233,22	235,81	179,39	186,80	170,96	229,22
1B1a.ii Minería a cielo abierto <i>del cual</i>	70,25	71,50	62,53	59,83	55,77	53,77	41,23	40,73	31,40
Extracción	63,46	63,20	52,96	48,92	44,90	44,66	34,78	35,41	25,76
Primer tratamiento	6,78	8,30	9,57	10,91	10,87	9,11	6,45	5,32	5,65
1B1b Transformación combust. Sólidos	23,26	17,66	20,15	19,86	19,87	19,25	12,47	14,94	15,26
1B1 Combustibles sólidos	1.817,54	1.469,26	1.247,61	938,87	883,43	692,31	622,32	536,09	629,45

Figura 3.10.1.- Principales actividades emisoras de CH₄

3.10.2.- Aspectos metodológicos

Este apartado se centra fundamentalmente en la metodología aplicada para la estimación de las emisiones de metano, al considerarse fuente clave en el inventario nacional. Al final del mismo se incluye un subapartado dedicado a especificidades metodológicas de otros contaminantes emitidos en esta categoría.

3.10.2.1.- Emisiones de CH₄

Cada una de las fuentes emisoras descritas en el apartado anterior, esto es, minería, primer tratamiento, almacenamiento de carbón, y fugas en la apertura y extinción de los hornos de coque, ha sido tratada individualmente, asignando a la categoría 1B1 la agrupación de las estimaciones de metano así obtenidas. Seguidamente se pasa a comentar la metodología, factores de emisión y variables de actividad aplicadas para cada fuente emisora.

a) Producción, primer tratamiento y almacenamiento de carbón. La metodología empleada es específica nacional, adaptando el enfoque de nivel 2 de IPCC⁵⁶. Con la elección de esta metodología se pretende reemplazar los factores por defecto asociados al

⁵⁶ Véase Manual Referencia 1996 IPCC, ecuación 1 (apartado 1.7.2.2) y ecuación 3 (apartado 1.7.2.3).

enfoque de nivel 1⁵⁷ por factores derivados de la información disponible a nivel nacional de los contenidos de metano por tipo de carbón.

Se ha empleado información nacional para los factores de emisión por tonelada de producto, distinguiendo por tipo de minería (subterránea o cielo abierto) y tipo de carbón (hulla, antracita, lignito negro o lignito pardo). Los valores (medios) de estos factores se basan en medidas de concentraciones de grisú por tonelada de carbón en distintas cuencas mineras españolas, datos recopilados en un estudio sectorial elaborado por AITEMIN⁵⁸. La información disponible fue complementada con juicios de expertos, relativos a:

- la composición del gas grisú, asumiendo que el gas se encuentra constituido esencialmente de metano⁵⁹;
- la caracterización de los carbones y técnicas extractivas en cada una de las cuencas analizadas en el estudio, a la hora de valorar la representatividad de los contenidos de metano obtenidos;
- la completitud de la información, estableciendo supuestos acerca de contenidos de metano en carbones extraídos a cielo abierto (*in-situ gas content*) que no aparecían explícitamente identificados en la fuente de referencia consultada. Tras el examen de los valores recogidos en el informe y los rangos propuestos por IPCC⁶⁰ se ha asumido que los valores de los factores de la minería a cielo abierto son un orden de magnitud inferiores a sus homólogos de la minería subterránea;
- las emisiones procedentes de capas adyacentes en la minería a cielo abierto (*assumed emission factor for surrounding strata*). Los expertos no estiman significativas las emisiones asociadas a esta fuente, por lo cual se asume válido obviar tal componente en la ecuación asociada al enfoque de nivel 2 de IPCC para la minería a cielo abierto;
- la fracción de gas emitido durante el almacenamiento y primer tratamiento de carbones. Basándose en un juicio de experto se ha establecido que el 20% del contenido de metano *in situ* de carbones procedentes tanto de minería subterránea como a cielo abierto es emitido durante el primer tratamiento y el almacenamiento. Dado que las emisiones son estimadas por separado se ha asignado un porcentaje del 10% a cada una de las dos actividades citadas.

⁵⁷ El Manual Referencia 1996 IPCC no propone para el enfoque de nivel 1 un valor por defecto, sino un rango amplio para cada tipo de minería en función del nivel de metano contenido.

⁵⁸ AITEMIN (Asociación de Investigación Tecnológica de Equipos Mineros), "Medición de la concentración de grisú en capa en diversas cuencas carboníferas españolas", 1989.

⁵⁹ En el Libro Guía EMEP/CORINAIR, capítulo B511, apartado 9, se informa de una especiación del gas grisú con un contenido de metano entre el 80% y 95% (Williams 1993). Según esta misma fuente, las concentraciones de dióxido de carbono resultan inferiores al 6% y el contenido de nitrógeno no supera el 8%.

⁶⁰ Los rangos sugeridos en el Manual de Referencia 1996 IPCC para la metodología de nivel 1 son 10-25 m³ CH₄/tonelada de carbón extraído para minería subterránea (ecuación 1, apartado 1.7.2.2) y, para minería a cielo abierto, 0,3-2 m³ CH₄/tonelada (ecuación 2, apartado 1.7.2.3.).

En la tabla 3.10.3 se presentan los factores de emisión derivados de la información recopilada y de los juicios de expertos.

Tabla 3.10.3.- Contenidos medios y factores de emisión de CH₄ por tipo de carbón y actividad

	Factores de emisión de CH ₄				Unidades.
	Hulla	Antracita	Lignito Negro	Lignito Pardo	
PRODUCCIÓN					
Contenido CH ₄ (Cielo Abierto)	0,7	0,1	0,5	0,1	m ³ CH ₄ /t carbón
FE (Cielo Abierto)	469	67	335	67	g CH ₄ /t producción bruta
Contenido CH ₄ (Subterránea)	7	1	5	NA	m ³ CH ₄ /t carbón
FE (Subterránea)	4.690	670	3.350	NA	g CH ₄ /t producción bruta
TRATAMIENTO					
FE (Cielo Abierto)	46,9	6,7	33,5	6,7	g CH ₄ /t consumida
FE (Subterránea)	469	67	335	NA	g CH ₄ /t consumida
ALMACENAMIENTO					
FE	469	67	335	6,7	g CH ₄ /t almacenada

Los factores de la tabla anterior han sido aplicados para la estimación de metano asumiendo que la totalidad del gas liberado en las actividades de minería es emitido, dado que no se ha dispuesto de información relativa a la instalación de sistemas de degasificación en minería subterránea o a la cantidad de metano recuperado con fines posteriores energéticos o consumido en antorchas. Por carencias de información tampoco ha sido posible evaluar las emisiones potenciales en minas abandonadas⁶¹.

En la tabla anterior de factores, véase columna de unidades, se han distinguido distintas variables de actividad, diferenciadas por tipo de carbón y/o técnica extractiva, en función de la actividad emisora:

- Para la extracción se ha seleccionado la producción bruta de carbones. Los datos, dispuestos a nivel provincial por clase de carbón y tipo de minería, son facilitados por la Subdirección General de Minas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR).
- Respecto al primer tratamiento de carbones, se ha adoptado como variable el consumo interior disponible (*domestic supply*) siguiendo las recomendaciones de expertos que aseguraban que la práctica totalidad del carbón consumido es tratado previamente antes de su uso final.

La fuente de información principal son los balances energéticos de la Agencia Internacional de la Energía disponibles, complementada con el cuestionario internacional de carbones que elabora el MINETUR. Los datos recopilados no

⁶¹ Se hace notar que los factores de emisión de CH₄ que figuran en el CRF Reporter asociados a minería corresponden a los factores ponderados por las cantidades de cada tipo de carbón extraídas en cada tipo de minería. Los comportamientos diferenciados que presentan en función del tipo de actividad (extracción o primer tratamiento) y del tipo de minería (subterránea o cielo abierto) están basados en la distinta participación porcentual de tipos de carbones con alto contenido de metano (hulla y lignito negro) en los carbones extraídos.

presentan una distinción por tipo de minería y la clasificación de carbones no coincide con la determinada en los factores de emisión, al presentar agregadas hasta el año 2003 las partidas de hullas y de antracitas. En la elaboración posterior de la información, para subsanar las limitaciones en el nivel de desglose facilitado, se adoptaron los siguientes criterios: la aplicación de los porcentajes correspondientes a la producción bruta nacional para diferenciar por tipo de minería y de los ratios obtenidos en el cuestionario internacional de carbones referido al año 2004 para estimar por separado las cantidades anuales de hulla y de antracita asignadas al periodo 1990-2003.

- Para el almacenamiento, se toma como variable de actividad la cantidad en stock existente a final de año en cuatro categorías de localizaciones básicas: depósitos de las centrales térmicas de carbón, depósitos a pie de mina, depósitos en siderurgia y otros. La información procede de las siguientes fuentes: CARBUNION⁶², Red Eléctrica Española⁶³ y de las estadísticas nacionales del carbón elaboradas por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo⁶⁴. Sin embargo, al no proporcionar ninguna de las fuentes mencionadas un desglose por tipo de minería, se ha asumido que los carbones se extraen en minería subterránea, excepción hecha del lignito pardo, de procedencia exclusivamente nacional y del cual se conoce que su extracción, desarrollada en el periodo 1990-2007, se ha realizado a cielo abierto.

b) Apertura y extinción de los hornos de coque. Se ha seleccionado como método de estimación de metano el procedimiento sugerido por el Libro Guía EMEP/CORINAIR, basado en la producción de coque, al presentarse éste en forma adecuada para el cálculo con la información disponible de actividad. Respecto al factor de emisión, se ha tomado el valor por defecto propuesto en el Libro Guía EMEP/CORINAIR (345 g CH₄/t coque)⁶⁵.

La producción de coque se desarrolla fundamentalmente dentro de plantas siderúrgicas integrales⁶⁶, cuya información asociada se ha recogido mediante cuestionarios a plantas. Los datos de producción en otros sectores (coquerías independientes), han sido históricamente analizados al nivel de fuente superficial, descontando de las cifras totales de producción reflejadas en los cuestionarios de carbones remitidos a la Agencia Internacional de la Energía y EUROSTAT, o en estadísticas nacionales ("Estadística de Fabricación de Pasta Coquizable, de Coquerías y de Gas de Horno Alto" del MINETUR), la cantidad agregada obtenida de los cuestionarios de las plantas siderúrgicas integrales. Como consecuencia de la revisión efectuada al Inventario por el equipo revisor de UNFCCC en las

⁶² CARBUNION (Federación nacional de empresarios de minas de carbón) proporciona datos globales de pequeñas partidas almacenadas en siderurgia y 'Otros' hasta 1996, año a partir del cual se replican las cifras asumiendo estabilidad en la serie. El carbón depositado se asume que corresponde íntegramente a hulla.

⁶³ Red Eléctrica Española, en su estadística "Informe de explotación del sistema eléctrico", publica las existencias en centrales térmicas por tipo de carbón y planta.

⁶⁴ El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio facilita los datos de depósitos en minas por clase de carbón.

⁶⁵ Libro Guía EMEP/CORINAIR (ed. 1996), capítulo B146, Tabla 4, referencia [6] (Polonia, 1992).

⁶⁶ En la actualidad en España existen 2 coquerías localizadas en el sector siderúrgico.

ediciones 2010 y 2011, en la que se instaba a proporcionar mayor detalle de los procesos productivos (entradas-salidas) de estas instalaciones, el Inventario ha desarrollado un ejercicio de levantamiento de información individualizada a nivel de planta para este conjunto de plantas no emplazadas en siderurgia integral, solicitando a las mismas datos de actividad y características de los insumos y productos para los años 2008-2011.

3.10.2.2.- Emisiones de CO₂

Aunque las emisiones fugitivas de CO₂ de la categoría 1B1 “combustibles sólidos” no constituyen una fuente clave del inventario, se hace mención por haberse tratado con una metodología específica nacional. En cuanto a su cobertura, se ha limitado en la presente edición del inventario, a falta de información relativa a emisiones potenciales de CO₂ en las actividades mineras⁶⁷, a las actividades de apertura y extinción en hornos de coque. Véase Anexo 3 para una descripción de sus aspectos metodológicos.

3.10.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre asociada a las variables de actividad de la minería del carbón (producción bruta, consumo interior disponible y/o existencias de carbones) se estima en torno al 5% para las actividades extractivas y al 2% para actividades posteriores de manipulación⁶⁸.

La distinción por tipo de carbones, caso del desglose entre hulla y antracita en el consumo interior bruto, o por clase de minería, caso de los almacenamientos o del consumo interior bruto, aumentaría la incertidumbre asignada inicialmente a los datos de actividad agregados. Estos elementos se han incorporado, por lo que respecta a la cuantificación de la incertidumbre, en los factores de metano, que, junto con la relación de supuestos establecidos (véase aspectos metodológicos), han llevado a cifrar las incertidumbres asociadas a los mismos en torno al 100% para la minería a cielo abierto, al 50% para la minería subterránea y también al 50% para las actividades posteriores. En la evaluación de tales porcentajes, se ha tomado en consideración el orden de magnitud y/o rangos indicados para el enfoque de nivel 2 en la tabla de incertidumbres que figura en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC (tabla 2.14, apartado 2.6.1.6)⁶⁹.

Para el cálculo de la incertidumbre asociada a la producción de coque metalúrgico se combinan las incertidumbres de la producción en coquerías emplazadas en siderurgia y en las restantes coquerías. Se ha asumido una incertidumbre propagada próxima a la estimada

⁶⁷ CO₂ en el gas de las vetas carboníferas, quemas de carbón, combustión y oxidación de residuos de carbón y otros materiales con carbono (véase Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, apartado 2.6.1.4)

⁶⁸ Esta estimación está en consonancia con las indicaciones de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, apartado 2.6.1.6, evaluando una incertidumbre en el rango de 1-2% con la posibilidad de incrementarse al 5% o, inclusive, el 10% en función de la variable de actividad seleccionada (producción vendible) o de la política nacional de explotación (existencia de minas no reguladas).

⁶⁹ Minería a cielo abierto: factor de 2; subterránea: rango del 50 al 75%; y actividades posteriores: 50%.

para coquerías en siderurgia, al constituir este sector socioeconómico el principal productor nacional de coque aunque se está tratando de estimar con mayor precisión la ponderación que supone la aportación del resto de sectores. Los expertos del sector han estimado que la incertidumbre correspondiente a la producción en el sector siderúrgico pudiera encontrarse en torno al 2%, dado que se trata de una información conocida por las empresas y suministrada directamente por las plantas vía cuestionario. Por otra parte, el factor de emisión de metano asociado a la categoría 1B1b tiene asociada una incertidumbre del 85%, derivada de los límites superior e inferior que constituyen los diferentes rangos propuestos por el Libro Guía EMEP/CORINAIR⁷⁰.

Con relación a la consistencia de las series, se hace notar que los factores de emisión de metano, al nivel en que son aplicados⁷¹, se han mantenido constantes a lo largo del periodo inventariado. Por otra parte, para la determinación de las variables de actividad asociadas a minería, la información de base ha procedido de las mismas fuentes de referencia y el tratamiento de dicha información ha sido homogéneo a lo largo de los años.

Por lo que se refiere a la variable de actividad de la producción de coque, se ha recogido la información de dos fuentes de base, elaboradas ambas por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR): a) el Cuestionario sobre Carbones que se remite a la Agencia Internacional de la Energía y EUROSTAT, y b) la Estadística de Fabricación de Pasta Coquizable, de Coquerías y de Gas de Horno Alto, optando según los años por la fuente cuyos datos se consideraban más acordes con los requerimientos de la industria siderúrgica, y complementando así la información recopilada en los cuestionarios de las plantas para el Inventario. Cabe mencionar que el ejercicio desarrollado por el Inventario para la captura de información de base correspondiente a las coquerías independientes mediante consultas a las plantas (años 2008-2011) ha sido desarrollado con el conocimiento y colaboración de la Subdirección de Planificación Energética y Seguimiento de MINETUR, delegada para la realización de la segunda de las citadas fuentes, asegurándose la armonización del Inventario con la misma.

3.10.4.- Control de calidad y verificación

En esta categoría se han realizado fundamentalmente procedimientos de control basados en el examen previo de los datos socioeconómicos recopilados, analizando la evolución de la serie en el periodo inventariado. Con relación a la variable de actividad asociada a la extracción de carbón, se ha valorado la consistencia de los datos con información complementaria relativa a la producción neta⁷², examinando los factores de

⁷⁰ Libro Guía EMEP/CORINAIR, capítulo B146, tablas 8.2.b y 9.1. Se han recopilado los factores medios y rangos de metano o COV de la tabla 8.2.b para los procesos de coquización (sin combustión), desechando el valor central superior por considerarlo anómalo. Los datos analizados se han derivado aplicando, para el caso de los factores de COV, el contenido de metano reflejado en la tabla 9.1 correspondiente a la fuente en cuestión.

⁷¹ En el caso concreto de la minería, primer tratamiento y almacenamiento, la estimación se realiza por tipo de carbón y tipo de minería.

⁷² Memoria Anual de la Federación Nacional de Empresarios de Minas de Carbón (CARBUNION)

pérdidas implícitos resultantes (ratio producción neta/producción bruta) por modo de extracción y tipo de carbón.

Cabe reseñar que, para la producción bruta de carbones, la información de base se solicita desglosada a nivel provincial, por tipo de minería y clase de carbón. Este desglose territorial de la información de base facilita la detección de valores anómalos e imputaciones incorrectas de cantidades a partir de un análisis individual de las series provinciales y de la tipificación de la minería de carbón y de las clases de carbón extraídas por provincia.

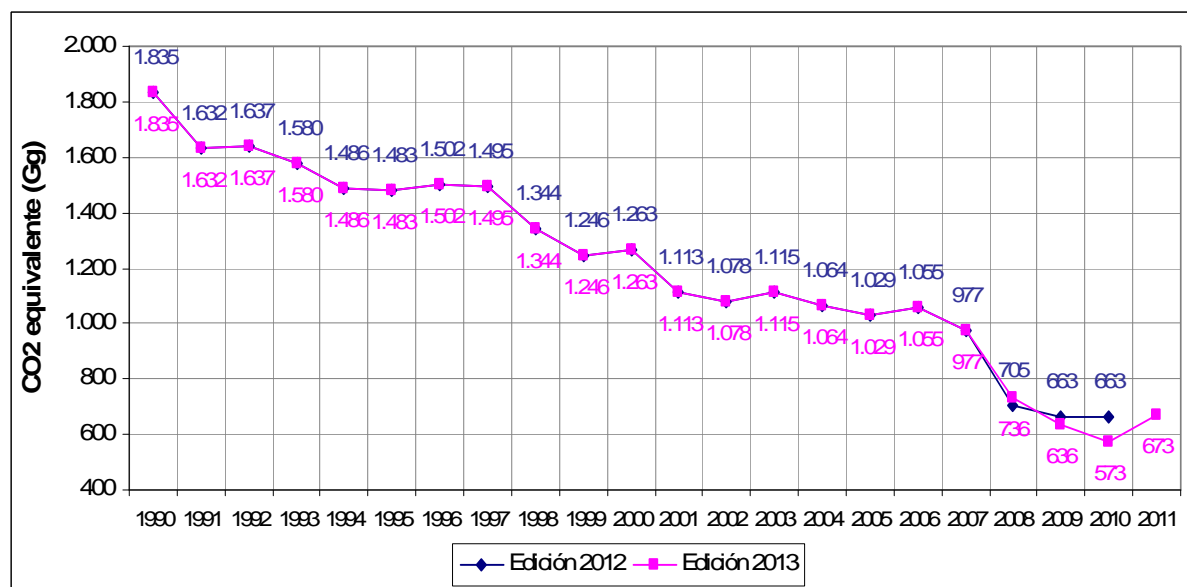
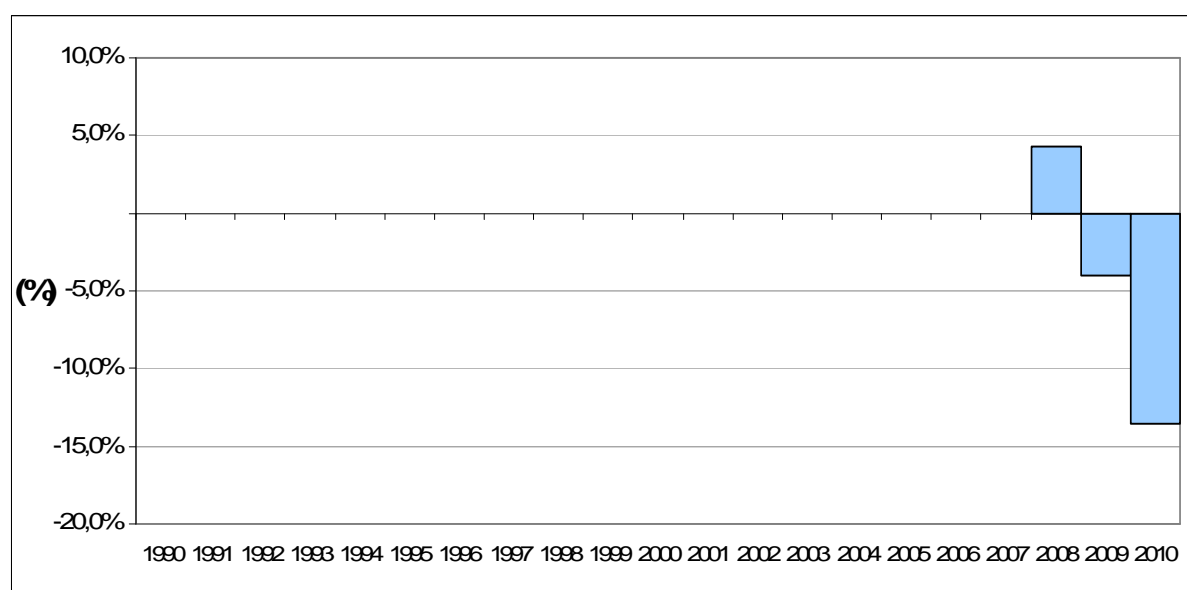
Asimismo, y por lo que se refiere a los datos de producción de coque, la información adicional solicitada a las coquerías referente a cantidades y características químicas-físicas de los insumos y productos resultantes del proceso ha permitido realizar controles de calidad a nivel de planta para evaluar la consistencia global de la información consignada para los años 2008-2011, entre ella la producción de coque, analizando balances entrada-salida en términos de masa o energía.

3.10.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se detallan las principales modificaciones realizadas en la estimación de las emisiones de las categorías de esta fuente clave con respecto a la edición anterior del inventario.

- Para los años 2008-2010, se han revisado los balances de carbono de las coquerías no emplazadas en plantas siderúrgicas integrales de acuerdo con la información actualizada suministrada por las propias plantas.
- Adicionalmente, en una de estas plantas se ha revisado la cantidad de coque producido en los años 2008 y 2009.

La comparación de resultados de las emisiones de CO₂-eq de esta fuente clave entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos de valores absolutos en la figura 3.10.2 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 3.10.3. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO₂-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados supone un incremento en el año 2008 del 4,3% (30 Gg de CO₂-eq), mientras que se produce un descenso de las emisiones en 2009 del 4,0% (27 Gg de CO₂-eq) y del 13,5% en 2010 (90 Gg de CO₂-eq).

Figura 3.10.2.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012**Figura 3.10.3.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012**

3.10.6.- Planes de mejoras

Se continuará con el procedimiento de recogida de información iniciado con motivo de la revisión de 2011 por el ERT para recabar información individualizada por planta para las coquerías no emplazadas en siderurgia integral.

3.11.- Emisiones fugitivas – petróleo y gas natural (1B2)

3.11.1.- Descripción de la actividad

Esta categoría integra las emisiones generadas en los procesos de extracción, almacenamiento, transporte, procesamiento o eliminación de combustibles derivados del petróleo o gas natural en los que no se realiza un aprovechamiento energético del combustible. Así, se incluyen entre otras actividades la quema en antorchas de petróleo o gas natural, pero no las actividades de combustión destinadas a proporcionar energía en los procesos extractivos o de transformación⁷³.

Los flujos de emisiones estimados para las actividades de esta categoría son los siguientes:

- a) Emisiones en las plataformas de perforación y exploración de hidrocarburos, integrando las fugas de compuestos orgánicos, venteos e incineración en antorchas.
- b) Evaporación y pérdidas de compuestos orgánicos en las plataformas de producción durante la extracción, primer tratamiento y carga para su posterior transporte, distinguiendo entre gas natural y crudo de petróleo.
- c) Fugas en terminales marinos de crudo (contempla operaciones de carga-descarga de buques petroleros, manipulación y posterior almacenamiento en depósitos ubicados en los terminales).
- d) Fugas en sistemas de suministro de hidrocarburos, distinguiendo, para el caso de los combustibles gaseosos abastecidos por tubería, entre redes de transporte y de distribución.
- e) Pérdidas en el procesamiento de productos petrolíferos y gas natural⁷⁴, distinguiendo por tipo de operación y clase de combustible.
- f) Emisiones intencionadas de gas, por cuestiones de seguridad, en las plantas de procesamiento y en sistemas de suministro del gas natural mediante el venteo directo del gas o la combustión del mismo en antorchas⁷⁵.

Tras el proceso de refinamiento del crudo, los productos resultantes contienen cantidades no significativas de metano, por lo cual no se estiman emisiones de este

⁷³ Es importante precisar que la quema en antorchas de petróleo se refiere a la actividad productiva de la cabecera de la industria petrolífera, pero no a la quema en las antorchas en la siderurgia, pues las emisiones de esta última se encuadran en la categoría 2C1.

⁷⁴ Los procesos de tratamiento del gas natural, como el caso de la recuperación de azufre, se han estimado en conjunto con las pérdidas en extracción, primer tratamiento y carga.

⁷⁵ Para el gas natural la información diferenciada disponible de quema en antorchas se refiere exclusivamente a las plantas de regasificación y almacenamientos subterráneos.

contaminante por las pérdidas de compuestos volátiles de productos petrolíferos. No obstante, las etapas posteriores a su producción son potenciales fuentes emisoras de COVNM, estimándose emisiones por distribución de productos petrolíferos, con tratamiento individualizado de la gasolina, y almacenamiento de productos petrolíferos.

Esta categoría 1B2 se ha identificado como fuente clave por su nivel de emisiones de CO₂, situándose ya en un segundo término la contribución en forma de metano. Otro gas de efecto invernadero emitido es el N₂O, cuyos niveles de emisión, significativamente inferiores en términos de CO₂-eq, se estiman exclusivamente en las antorchas de gas y exploración de hidrocarburos. En la tabla 3.11.1 se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero por contaminante.

Tabla 3.11.1.- Emisiones de CO₂-eq (Cifras en Gigagramos)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂	1.656,24	1.800,40	2.113,60	2.061,64	2.385,92	2.141,83	2.086,91	2.177,02	2.536,63
CH ₄	613,42	783,94	733,42	853,98	502,85	509,84	529,21	541,51	542,89
N ₂ O	0,031	0,020	0,033	0,074	0,029	0,024	0,024	0,029	0,022
Total CO₂-eq	2.269,69	2.584,36	2.847,05	2.915,69	2.888,80	2.651,70	2.616,15	2.718,56	3.079,54

Las principales fuentes de CO₂ en petróleo y gas natural son los procesos de la industria de refino de petróleo (categoría IPCC 1B2a.iv Refino/Almacenamiento). El craqueo catalítico fluido, a pesar de presentar su participación una pauta general decreciente, constituye la principal fuente emisora, representando en 2011 el 55,3% de las emisiones estimadas para la categoría 1B2. Alejadas de estos porcentajes se sitúan otros procesamientos de productos petrolíferos⁷⁶, que, con un tendencia general creciente en sus emisiones a lo largo de todo el periodo y un incremento más pronunciado en el año 2011 como consecuencia de la instalación de nuevas unidades de producción de hidrógeno en las refinerías, alcanza una participación relativa del 32,5%, en 2011, y las antorchas en refinerías, que, con un perfil general ascendente, a pesar de las fluctuaciones acusadas en los niveles de emisión a lo largo del último periodo inventariado, con un máximo en el año 2007, constituyen el 11,2% de las emisiones en 2011⁷⁷. Así, según se concluye de la tabla 3.11.2, la emisión de CO₂ en la categoría 1B2 registra un incremento del 53,2% en 2011 respecto a 1990, resultado del aumento observado en el refino y almacenamiento de

⁷⁶ En la categoría de otros procesamientos de productos petrolíferos se estiman emisiones de CO₂ generadas en la calcinación de coque y en la producción de hidrógeno.

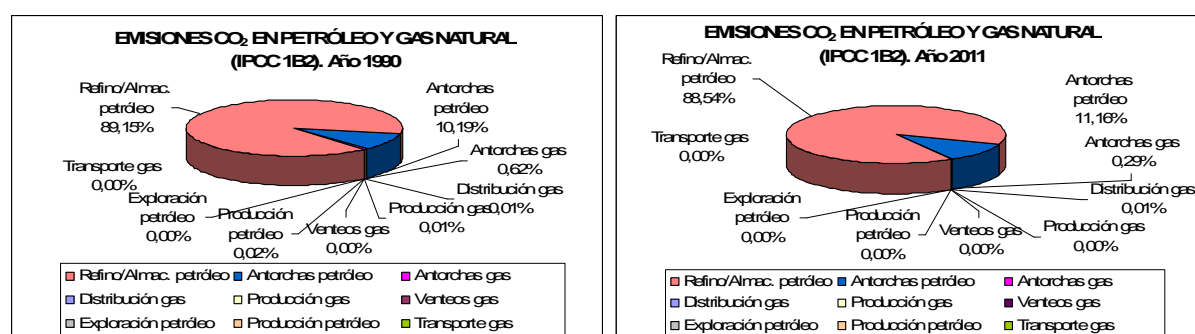
⁷⁷ Pendiente de una contrastación posterior, el incremento general de los niveles de emisiones (valores absolutos y factores de emisión por crudo procesado) en el último periodo inventariado con relación a años anteriores parece estar vinculado con una mejora del método de estimación, que anteriormente estaba en buena parte referida al crudo procesado y, desde un pasado reciente, se empieza ya a disponer de información específica de volúmenes y composición de los gases quemados en antorchas. En concreto, la disponibilidad de información específica a partir del año 2007 para una de las plantas del sector ha representado un incremento notable en su factor de emisión implícito por masa de crudo procesado (significativamente superior al factor por defecto, aplicado para los años anteriores), repercutiendo de manera considerable en los niveles de emisión y en el factor de emisión implícito estimados para el conjunto del sector de refino (esta mejora de la información en los años recientes plantea el reto de su extrapolación al pasado para garantizar la coherencia temporal de la serie).

productos, cifrado en un 52,1%, y del ascenso en las antorchas, que ha sido estimado en un 62,2% (combinación del descenso del 28,9% para las antorchas de gas y el aumento del 67,7% para la incineración en antorchas de petróleo). En la figura 3.11.1 se complementa la información anterior representando las contribuciones de cada una de las fuentes sobre las emisiones totales de CO₂ en la categoría IPCC 1B2.

Tabla 3.11.2.- Emisiones de CO₂ (Cifras en Gigagramos)

Categoría IPCC	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1B2a.i Exploración de petróleo	0,03	0,02	0,05	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
1B2a.ii Producción de petróleo	0,25	0,21	0,07	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03
1B2a.iv Refino/Almac. Petróleo	1.476,60	1.608,97	1.908,18	1.843,82	1.878,99	1.808,84	1.833,33	1.899,91	2.245,92
1B2b.ii Producción de gas	0,12	0,04	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
1B2b.iii Transporte de gas	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
1B2b.iv Distribución de gas	0,18	0,01	0,21	0,17	0,15	0,40	0,30	0,29	0,36
1B2c.ii Venteos gas	0,07	0,00	0,20	0,18	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02
1B2c.i Antorchas de petróleo	168,70	184,47	193,88	192,71	497,20	324,76	245,46	267,12	282,99
1B2c.ii Antorchas de gas	10,26	6,69	10,99	24,66	9,50	7,75	7,73	9,62	7,30
1B2 Petróleo	1.656,24	1.800,40	2.113,60	2.061,64	2.385,92	2.141,83	2.086,91	2.177,02	2.536,63

Figura 3.11.1.- Principales actividades emisoras de CO₂



El procesamiento de crudo en las 10 refinerías existentes en España, de procedencia exterior en su práctica totalidad, si bien ha experimentado en los dos últimos años de periodo un descenso en los niveles productivos reflejo de la evolución en la la demanda de productos petrolíferos, para el conjunto del periodo inventariado presenta una tendencia general al alza, con variaciones interanuales moderadas, pasando de 53.556 kt en 1990 a 54.819 kt en 2011, lo cual representa un aumento del 2,4%, alcanzándose en 2011, año con un descenso de la producción, valores próximos a las cantidades procesadas en 1993.

Cabe reseñar que la evolución de las emisiones en antorchas de petróleo en los primeros años del periodo presenta una elevada correlación con la serie de crudo procesado, ya que, si bien su puesta en funcionamiento es una medida de seguridad y, por tanto, el volumen incinerado y emitido está en función de condicionantes más complejos, tales como el tipo de gas, la existencia de periodos de parada en la refinería o excesos de producción, el procedimiento de estimación aplicado por defecto toma esa cantidad como valor de la variable de actividad (véase *Aspectos metodológicos* para mayor detalle). La creciente disponibilidad de información específica en el sector del refino con relación a las emisiones en antorchas ha determinado la evolución mostrada por la serie de emisiones en los últimos años del periodo, en los cuales se aprecia la erraticidad propia de esta variable de actividad.

El segundo contaminante en importancia, representando aproximadamente una cuarta parte de las emisiones de CO₂-eq estimadas para esta categoría IPCC (rango del 17,4% a 32,3% de las emisiones totales), es el metano. Las emisiones de este contaminante se cifran para 2011 en 543 Gg de CO₂-eq, lo cual constituye, frente a los 614 Gg estimados para 1990, un descenso del 11,5%. Las principales aportaciones tienen lugar en forma de gas natural fugado en las redes de distribución, con una contribución estimada al metano global para esta categoría de 86,3% en 2011, o venteado en el sistema de transporte, con un 5,2% en 2011. La evolución heterogénea de esta última fuente emisora en el periodo 1990-2007, junto a la pauta más uniforme observada (descenso inicial seguido de un periodo de crecimiento) en la serie de emisiones de distribución de gas, determina el perfil de las emisiones globales.

3.11.2.- Aspectos metodológicos

Este apartado se centra en la exposición de la metodología aplicada para la estimación de dióxido de carbono, contaminante por el cual esta categoría adquiere la consideración de fuente clave, completándose con un análisis semejante para el metano⁷⁸.

Con objeto de facilitar una visión preliminar de las fuentes de emisión, se reseña que la actividad denominada “procesamiento de productos petrolíferos” engloba, a su vez, distintas fuentes emisoras que han sido tratadas de forma individual. Por su parte, los sistemas de suministro de gas natural aparecen desglosados por tipo de instalación o naturaleza de las pérdidas. Se presenta a continuación, en las tablas 3.11.3 (procesamiento de productos petrolíferos) y 3.11.4 (suministro de gas natural) la relación de fuentes estimadas en dichas actividades y su correspondencia con las categorías IPCC.

Tabla 3.11.3.- Procesamiento de productos petrolíferos

Categoría IPCC	Fuente emisora ^(a)		Contaminante	
	Tipo de proceso	Descripción	CO ₂	CH ₄
1B2a.iv Refino/Almac. petróleo	Separación	Destilación al vacío		√ ^(c)
		Coquización retardada		NE ^(d)
	Conversión	Calcinación de coque	√	
		Craqueo catalítico en lecho fluido ^(b)	√	√ ^(e)
		Hidrotratamientos	√	
	Tratamiento	Reformado con vapor	√	
		Hidrosulfuración	√	

Nota: Para las restantes actividades de procesamiento llevadas a cabo en las refinerías, tales como la destilación atmosférica o endulzamiento de destilados, no se disponen de factores de emisión aunque se asume sean de escasa representatividad.

(a) Emisiones directas de proceso

(b) Emisiones en el regenerador del catalizador

(c) Emisiones significativas si la unidad de destilación al vacío no dispone de unidades de recuperación de vapor.

(d) No se ha encontrado factor de emisión en la literatura

(e) Emisiones significativas si la unidad de craqueo catalítico fluido no dispone de filtros electrostáticos (Libro Guía EMEP/CORINAIR, capítulo B411, Tabla 8.1). En España, las instalaciones cuentan con esta técnica de control

⁷⁸ Se omite de este apartado la descripción metodológica correspondiente a las emisiones de óxido nítrico, cuya participación se manifiesta absolutamente secundaria para el conjunto de esta categoría IPCC.

Tabla 3.11.4.- Sistemas de suministro de gas natural

Categoría IPCC	Fuente emisora		Contaminante	
	Tipo de red/ instalación	Descripción	CO ₂	CH ₄
1B2b.iii Transporte de gas	Transporte	Gasoductos	√	√
1B2b.iv Distribución de gas	Distribución	Red de distribución, acometidas y estaciones de regulación y medida (ERM)	√	√
1B2c.ii Venteos de gas	Transporte	Estaciones compresoras	√	√
	Transporte	Estaciones de regulación y medida (ERM)	√	√
	Transporte	Plantas de regasificación	√	√
	Transporte	Almacenamientos subterráneos	√	√
1B2c.ii Antorchas de gas	Transporte	Plantas de regasificación	√	√
	Transporte	Almacenamientos subterráneos	√	√

En la selección de procedimientos metodológicos se ha analizado individualmente cada fuente emisora, evaluando la metodología y el factor de emisión más apropiado a la vista de la disponibilidad de las variables socioeconómicas asociadas y de su contribución a las emisiones totales de la categoría.

3.11.2.1.- Emisiones de CO₂

Las emisiones de CO₂ de la categoría 1B2 se han calculado agrupando las estimaciones realizadas para cada fuente potencialmente emisora reseñada en el apartado anterior. Se describen a continuación los aspectos metodológicos de cada una de ellas:

a) Plataformas de exploración y perforación de hidrocarburos. España es un país eminentemente importador de crudo y gas natural, resultando completamente marginales los niveles de actividad en el sector nacional vinculado a la prospección y extracción de hidrocarburos⁷⁹. Por tal motivo, y de acuerdo a los principios expuestos en la tabla 2.13 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, la estimación de emisiones asociadas a esta actividad se realiza con la metodología y el factor de emisión de nivel 1 propuestos en dicho documento⁸⁰.

Para cada tipo de plataforma, ya sea exploración o perforación, el factor de emisión, referido al número de pozos activos, recoge las emisiones totales (fugitivas, venteos y/o antorchas) generadas en los procesos de perforación. Con relación a los datos de actividad, la información disponible, recopilada de las publicaciones anuales de OILGAS, *Enciclopedia Nacional del Petróleo, Petroquímica y Gas*, y de la *Estadística de prospección y producción de hidrocarburos* elaborada por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, no aparece desglosada por tipo de combustible. Así, dado el nivel de agregación existente en la información de base y en el factor de emisión, se ha optado por presentar en el CRF Reporter las emisiones totales asociadas a plataformas de exploración y perforación de

⁷⁹ La serie recopilada de número de pozos en desarrollo y finalizados, variable de actividad considerada para esta categoría, evidencia una actividad muy reducida, interrumpiéndose inclusive en ciertos años del periodo cubierto. Esta inexistencia de actividad aparece reflejada en el CRF-Reporter con la etiqueta NO.

⁸⁰ Véase capítulo 2, tabla 2.16, de la citada guía.

crudo y gas dentro de la categoría 1B2ai, informando de tal decisión en las restantes categorías asociadas a esta actividad (etiqueta "IE").

b) Plataformas de extracción de hidrocarburos. El criterio determinante para la elección del método de estimación ha sido la disponibilidad de información de las variables socioeconómicas, lo que ha motivado la adopción en ambos casos de la metodología simple expuesta en el Libro Guía de EMEP/CORINAIR⁸¹.

La fuente de referencia consultada para la determinación de los factores de emisión ha sido la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC⁸². Para el caso del crudo de petróleo, el factor de emisión por unidad de masa se deriva del factor propuesto en la guía metodológica, expresado en términos de volumen extraído, y de una densidad media de 0,85 kg/l para el crudo producido⁸³.

La variable de actividad para ambos tipos de combustible es la cantidad nacional extraída, dato recopilado de estadísticas nacionales elaboradas por el MITYC, "Estadística de Prospección y Producción de Hidrocarburos".

c) Calcinación de coque. Para estimar las emisiones en esta fuente emisora se ha aplicado un balance de masa de carbono en coque (pérdida de carbono durante la calcinación del coque verde). De acuerdo con la clasificación expuesta en el Manual de Referencia 1996 IPCC, apartado 1.5, este procedimiento se considera un enfoque metodológico de nivel 2 ya que el consumo de combustible, en este caso para uso no energético, aparece identificado para una clase de instalación suficientemente homogénea.

A partir de un balance de masa de carbono, elaborado con información facilitada para el año 2008 por la única planta que realiza este proceso (masa y contenido de carbono en la carga y producción del calcinador), se ha derivado un factor de pérdida de volátiles y carbono contenidos en el coque verde, expresado en términos de masa de carbono por unidad de masa calcinada. Asumiendo la oxidación completa del carbono estimado en la pérdida, se ha empleado para los años del periodo 1990-2008 el factor de emisión de CO₂ resultante de aplicar el factor de elevación de masa de carbono a CO₂ (44/12) al factor de pérdidas calculado para 2008. Los factores de emisión para los años 2009-2011 corresponden a la información actualizada que para estos años ha presentado la propia planta.

La masa de coque verde procesado en las unidades de coquización es un dato directo de planta al tratarse de una información solicitada en los cuestionarios remitidos a las propias refinerías.

d) Regenerador del catalizador en el craqueo catalítico fluido (FCC). Dado que el catalizador desactivado del FCC se regenera mediante la combustión del coque retenido, se

⁸¹ Véase capítulo B521, apartado 4, del citado documento.

⁸² Véase capítulo 2, tabla 2.16, de la citada guía.

⁸³ Valor medio para la producción nacional de crudo deducido de la información anual por concesión proporcionada por el MITYC en la "Estadística de Prospección y Producción de Hidrocarburos".

han estimado las emisiones según un balance de masa de carbono contenido en dicho coque⁸⁴. De acuerdo a la clasificación expuesta en el Manual de Referencia 1996 IPCC, apartado 1.5, este procedimiento se considera un enfoque metodológico de nivel 2 ya que el consumo de combustible, en este caso para uso no energético, viene especificado para una clase de instalación suficientemente homogénea.

En el cálculo de emisiones se aplica un factor de emisión fijo de 3.366 kg CO₂ por tonelada de coque retenido en catalizador, valor derivado a partir de un contenido medio de carbono en el coque verde del 91,8% ($3.366 = (44/12) \cdot 0,918 \cdot 1000$, siendo el ratio (44/12) el factor de elevación a masa de dióxido de carbono). Para determinar la composición media del coque se ha consultado la tabla 7.3 de la publicación "Refino de petróleo, gas natural y petroquímica"⁸⁵, referida en lo sucesivo como "Referencia Refino".

La masa de coque retenido en el catalizador de las unidades de FCC es un dato directo de planta al tratarse de una información solicitada en los cuestionarios remitidos a las propias refinerías.

e) Plantas de hidrógeno, reformado con vapor y plantas recuperadoras de azufre. Las refinerías proporcionan, vía cuestionario, emisiones estimadas por tipo de instalación, basándose en los combustibles utilizados como materia prima y en las características del proceso.

f) Antorchas en refinerías de petróleo. Las antorchas pueden incinerar gran diversidad de combustibles gaseosos como gas de refinería, de purga, ácido o gases residuales procedentes de las plantas de recuperación de azufre. La composición y capacidad energética son características sumamente variables en función tanto del tipo de gas como de la propia refinería, lo cual impide establecer unos factores por defecto generales. Dada la deficiente cobertura informativa por planta de las cantidades y composiciones de los gases quemados en antorchas, se adoptó por defecto el enfoque metodológico de nivel 1 propuesto en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, apartado 2.7.1.1, que complementa las declaraciones por parte de las propias refinerías del CO₂ emitido en la incineración.

El factor de emisión empleado es de 3,15 kg CO₂ por tonelada de crudo procesado, derivado de un contenido medio de carbono en el crudo de petróleo y una fracción de carbono emitido en antorchas. Tomando un valor medio de 86% de C en el crudo y de 0,1% del carbono total del crudo⁸⁶, se obtiene el factor según la ecuación: $3,15 = (44/12) \cdot 0,86 \cdot 0,001 \cdot 1000$. Para establecer una composición media del crudo de petróleo se ha consultado la "Referencia Refino"⁸⁷.

⁸⁴ Las refinerías no informan de generadores de vapor o turbinas de gas en las unidades de craqueo que aprovechen el calor generado con la combustión del monóxido de carbono residual originado en la regeneración del catalizador. No existen, por tanto, problemas por doble contabilización.

⁸⁵ "Refino de petróleo, gas natural y petroquímica". Fundación Fomento Innovación Industrial. 1997.

⁸⁶ Fracción de carbono emitido valoración facilitada por expertos del programa EMEP/CORINAIR.

⁸⁷ "La composición del petróleo es muy variada... Los elementos preponderantes son el carbono (84-87% en peso).." (pág.30).

La cantidad de crudo procesado es un dato directo de planta al tratarse de una información solicitada en los cuestionarios remitidos a las propias refinerías. Según ya se ha comentado, algunas refinerías anexan con la información anterior estimaciones de CO₂ emitido en antorchas, dando en tal caso preferencia a las emisiones facilitadas por estar calculadas a partir del conocimiento tanto del volumen de gas como de la composición promedio de la mezcla incinerada.

g) Red de transporte de gas natural (incluye gasoductos, estaciones compresoras, estaciones de regulación y medida, almacenamientos subterráneos y plantas de regasificación). Para la estimación de emisiones en fugas y venteos, se aplica una metodología específica nacional. Por lo que respecta a las antorchas, de acuerdo a la clasificación expuesta en el Manual de Referencia 1996 IPCC, apartado 1.5, el procedimiento de estimación se considera un enfoque metodológico de nivel 2, ya que el consumo de combustible, en este caso para uso no energético, viene especificado para una clase de instalación suficientemente homogénea.

La información, recogida vía cuestionario a las empresas gestoras de las distintas instalaciones de la red, comprende la longitud de la red de transporte, los volúmenes anuales de gas natural emitidos y/o cantidades incineradas por planta (caso de estaciones compresoras, almacenamiento subterráneo y plantas de regasificación), así como las pérdidas de gas natural a nivel agregado para los gasoductos⁸⁸.

Los volúmenes totales de gas natural emitido en las instalaciones son estimados por las empresas del sector a partir del número registrado de venteos y una estimación del volumen emitido en cada uno de ellos basada en la capacidad de las instalaciones y/o colectores que se ven afectados en el proceso de venteo, o en su defecto, a partir de datos de caudales y periodicidad del ciclo de venteo. Para el caso de las estaciones de regulación y medida, el volumen de gas venteado ha sido estimado adoptando un factor medio de pérdida por longitud de tubería propuesto por el sector (42 m³/km)⁸⁹. Por lo que respecta a los gasoductos, la información de las fugas es un dato directo de las empresas. La completitud de las series disponibles de emisiones de gas natural por tipo de instalación y/o planta identificada se ha asegurado estimando datos no disponibles en los primeros años del periodo inventariado mediante procedimientos de regresión o ratios de elevación.

La información solicitada vía cuestionario relativa a las emisiones se complementa con una composición molar media anual del gas natural transportado, lo cual permite estimar, para cada empresa, un contenido medio anual de CO₂ y un contenido de carbono total en el gas natural. En la tabla 3.11.5 siguiente se recogen los contenidos obtenidos.

⁸⁸ Las instalaciones cubiertas para el año 2011 son: 6 plantas de regasificación, 15 estaciones de compresión y 2 almacenamientos subterráneos.

⁸⁹ Estimación basada en los documentos de trabajo elaborados por el Grupo de Trabajo y Seguridad Medio Ambiental MARCOGAZ (Asociación Técnica de la Industria Europea del Gas Natural), seleccionando el factor propuesto para gasoductos, incluyendo válvulas.

Tabla 3.11.5.- Estimación de contenidos medios de CO₂ y carbono en el gas natural (% en masa)

	CO ₂	C (total)
1990	0,90%	74,05%
1991	0,90%	74,05%
1992	0,75%	74,28%
1993	0,38%	74,84%
1994	0,08%	75,23%
1995	0,03%	75,13%
1996	0,11%	74,51%
1997	0,24%	73,66%
1998	0,27%	72,45%
1999	0,32%	72,40%
2000	1,03%	74,23%
2001	1,10%	74,37%
2002	1,10%	74,50%
2003	1,00%	74,48%
2004	1,11%	74,42%
2005	0,78%	75,01%
2006	1,02%	74,66%
2007	0,62%	74,73%
2008	1,57%	74,05%
2009	1,17%	74,71%
2010	1,07%	74,86%
2011	1,32%	74,31%

Nota: Elaboración a partir de las características químicas medias anuales facilitadas por la principal empresa de transporte.

Las emisiones de CO₂ generadas en venteos o fugas de gas natural se han calculado aplicando el contenido de CO₂ correspondiente al volumen de gas estimado o declarado por cada empresa. El procedimiento de estimación difiere del anterior cuando se trata de las emisiones en antorchas pues, al tener lugar en este caso una combustión de gas natural, se considera que el 99,5%, fracción de oxidación por defecto de IPCC, del carbono total contenido en el gas natural es oxidado (es decir, factor de emisión CO₂ = $(44/12) \cdot (\%C_{total}/100) \cdot 0,995$).^{90 91}

Se hace notar que, en el CRF Reporter, se ha tomado el gas natural total suministrado⁹² como variable socioeconómica para la categoría 1B2biii (Transporte de gas natural). Se ha adoptado esta decisión para seguir un criterio de homogeneidad con la variable sugerida en el CRF Reporter para la distribución de gas natural (1B2biv), que es el

⁹⁰ Las empresas gestoras de plantas de regasificación y, parcialmente, de almacenamientos subterráneos han facilitado información específica a nivel de empresa de las composiciones medias anuales del gas natural adquirido, la cual ha sido aplicada a los respectivos volúmenes de gas natural declarados. En su defecto se han asimilado las características proporcionadas por la principal empresa de transporte.

⁹¹ Para el año 2011 se han reproducido por error las características del gas natural declaradas por las compañías correspondientes al año 2010 en la estimación de las emisiones de CO₂ de las antorchas de gas natural. Este error será subsanado en la próxima edición del inventario.

⁹² El gas natural suministrado se calcula sumando las cantidades consumidas con fines energéticos (consumo estimado en la categoría IPCC 1A), no energéticos (insumos empleados en la industria petroquímica) y pérdidas durante el transporte y distribución de gas natural.

gas consumido. Sin embargo, para la estimación de emisiones se han utilizado las propias pérdidas de gas natural. Al calcular el cociente entre ambas variables, pérdidas y gas suministrado, se obtiene una serie con una tendencia global a la baja que no refleja una pauta uniforme, presentando tramos de incremento sostenido seguidos por intervalos con pendiente descendente. Esta evolución dispar observada tanto en la serie de valores absolutos (pérdidas) como porcentuales (ratio de pérdidas), en contraste con el crecimiento exponencial general experimentado en el suministro de gas natural, sólo atenuado por la caída de los tres últimos años, está claramente marcada por la variabilidad registrada en los venteos de las plantas de regasificación, principal fuente emisora en el sistema de transporte de gas natural hasta el año 2006⁹³.

h) Red de distribución de gas (incluye tuberías, acometidas y estaciones de regulación y medida, ERM). Para la estimación de emisiones de estas actividades se aplica una metodología específica nacional. En el desarrollo del procedimiento de cálculo se han tenido en cuenta estudios de la principal empresa distribuidora de gas natural emprendidos con el propósito de contrastar los factores de emisión propuestos en su procedimiento de control interno de emisiones⁹⁴ para acometidas, ERM y conductos, diferenciados en este último caso por material de tubería y presión. Los informes facilitados por dicha empresa proporcionan tanto un análisis comparativo con factores bibliográficos como resultados empíricos obtenidos en un estudio de campo⁹⁵ específicamente diseñado en el ámbito de investigación de la empresa distribuidora ante la repercusión de la fuente emisora. El procedimiento de determinación empírica se centró en el factor de emisión de gas natural en la red de distribución entre 0,4 y 4 bar (media presión B) con tuberías de polietileno, dada su elevada aportación a las emisiones de gas natural totales y a las diferencias detectadas entre el factor originalmente propuesto en su procedimiento de control y los sugeridos en literatura para dicha presión y material.

El método de estimación desarrollado en el inventario estima el gas natural global emitido en todo el sistema de transporte (tuberías, acometidas y ERM) por tipo de material de la tubería y presión de trabajo. Para el cálculo del CO₂ emitido se ha aplicado la composición media anual del gas natural facilitada por la principal empresa nacional de transporte (véase subapartado anterior).

En la tabla 3.11.6, se muestran los factores de emisión utilizados, diferenciados por combinación de material de tubería y presión de trabajo de la línea de distribución principal, empleados para la estimación conjunta de emisiones de gas natural en la línea de distribución principal, las acometidas y las ERM. La inclusión de las acometidas y las ERM

⁹³ Los venteos en las plantas de regasificación han contribuido en el periodo 1990-2006 entre el 68,6% y el 96,7% del volumen total de gas natural emitido en el sistema de transporte nacional. A partir del año 2007 el nivel de gas venteado en estas instalaciones ha experimentado un descenso significativo, lo cual repercute en su participación relativa, que se reduce hasta el 6,0% en 2011.

⁹⁴ “Evaluación de fugas en redes de distribución de gas natural. Propuesta de modificaciones al procedimiento PGM-087-E Rev.2” (AMF-LITEC 05/T/5), 2005 y “Evaluación de fugas en redes de distribución de gas natural. Determinación del factor de emisión para líneas de Polietileno-Media Presión B” (AMF-LITEC 05/T/8), 2005.

⁹⁵ Muestra de medidas en 21 estaciones de regulación y medida aplicando el método de variación de presión para la determinación de fugas (AMF-LITEC 05/T/8).

en el factor de emisión se ha efectuado asumiendo sendos porcentajes sobre el gas emitido en las líneas de distribución: del 55% en el caso de las acometidas⁹⁶ y del 2% para las ERM⁹⁷.

Tabla 3.11.6.- Factores de emisión de gas natural por tipo de tubería ($m^3 N/km$ de red)⁽¹⁾

Materiales	Presión de trabajo(*)			
	APA	MPB	MPA	BP
Acero	1,20	1,10	1,00	0,80
PVC		15,50	7,80	4,70
Fibrocemento		37,20	9,30	7,80
Fundición dúctil		10,10	2,60	2,30
Fundición gris		10,10	9,30	7,80
Plancha asfaltada		37,20	14,00	12,40
Plomo				7,80
Polietileno	1,00	0,50	0,30	0,30

(1) Longitud de red a mediados del año.

(*) APA (Alta Presión A): entre 4 y 16 bar; MPB (Media Presión B): entre 0,4 y 4 bar (en la práctica, generalmente 4 bar); MPA: entre 0,05 a 0,4 bar (en la práctica entre 100 y 150 mbar); BP (Baja Presión): inferior a 50 mbar.

La longitud de las redes de distribución por tipo de tubería (cruce material * presión de trabajo) correspondiente a final de cada año es facilitada por la Asociación Española del Gas, SEDIGAS. Asumiendo una evolución uniforme de la variable, se calcula la longitud a mediados de año promediando las longitudes por tipo de tubería al final del año correspondiente y del año anterior.

En la serie de las pérdidas de gas natural asociadas al sistema de distribución se evidencian tres periodos: de 1990 a 1992 y de 2001 a 2011 con un incremento de emisiones de gas como consecuencia del desarrollo en las infraestructuras gasistas; y de 1992 a 2001, en el que descienden las emisiones por la sustitución de tuberías de mayor potencial emisor (fibrocemento, fundición gris o plancha asfaltada) que contrarresta el crecimiento de la red. Las medidas implementadas para mejorar la red de distribución y reducir las fugas de gas natural han sido la eliminación progresiva de tuberías de materiales con mayores fugas a partir del año 1992 e instalación de tuberías de polietileno, de menor potencial emisor. Como consecuencia de estas actuaciones los ratios de gas natural fugado por unidad de longitud de red o unidad de volumen de gas distribuido muestran un incremento hasta 1992 seguido de una evolución decreciente a partir de tal fecha.

Otros combustibles gaseosos distribuidos por tuberías son los gases licuados del petróleo, el aire propanado y, hasta 1999, el gas manufacturado de nafta y carbón. Dada la composición química de estos combustibles se ha considerado que las fugas de los mismos son fuentes emisoras únicamente de COVNM.

⁹⁶ Rango considerado en Eurogas-Marcogaz para las acometidas: 20-90% de las fugas en línea de distribución ("Joint Group Environment, Health and Safety. Working Group on Methane. Emissions Methodology for estimation of methane emissions in the gas industry. Final working group report. 2003").

⁹⁷ La carencia de información precisa para la estimación de fugas en ERM en la presente edición se ha suplido asumiendo la relación observada entre los volúmenes de gas fugado en tuberías y en ERM estimados con la metodología aplicada en la edición 2005.

Se hace notar que la variable socioeconómica solicitada en el CRF Reporter es la energía consumida de combustibles gaseosos⁹⁸, mientras que para la estimación de las emisiones se han considerado las pérdidas de gas natural basándose en los datos de la red nacional de distribución. Al observar tanto los valores absolutos como los ratios de gas natural emitido por total suministrado, se aprecia un incremento hasta 1992 que viene motivado por el aumento significativo en los kilómetros de red de baja presión de fibrocemento y de fundición gris. En años posteriores se produce una renovación progresiva de las tuberías con una sustitución a redes menos emisoras que contrarresta el aumento general en la longitud de la red nacional, suponiendo una bajada en las propias emisiones en los primeros años de este periodo y un continuo descenso en los ratios de gas natural emitido a lo largo de todo el periodo, si bien se atenúa dicha reducción en el último periodo llegando a revertirse esa tendencia en los tres últimos años con leves incrementos en los ratios.

3.11.2.2.- Emisiones de CH₄

Las emisiones de CH₄ de la categoría IPCC 1B2 se han calculado agrupando las estimaciones realizadas para cada fuente potencialmente emisora reseñada en el apartado anterior. Se enuncian a continuación sus metodologías de estimación:

a) Plataformas de exploración, perforación y producción de hidrocarburos. Véanse los apartados respectivos correspondientes a emisiones de CO₂.

b) Terminales marinos. Idéntico comentario con relación a la metodología.

La referencia para el factor de emisión de metano es el Manual CORINAIR⁹⁹, del cual se han recopilado factores de emisiones de COV y sus ratios de especiación de CH₄ y COVNM¹⁰⁰.

Como variable de actividad se ha tomado la cantidad total de crudo adquirido (importado) por las refinerías. Las principales fuentes de referencia utilizadas son los cuestionarios internacionales de productos petrolíferos remitidos a los organismos internacionales, AIE y EUROSTAT.

c) Destilación al vacío. El Libro Guía EMEP/CORINAIR desarrolla una metodología específica para esta actividad emisora, método detallado¹⁰¹, cuyos requerimientos de información se adecuan a los disponibles por las propias refinerías.

⁹⁸ El dato socioeconómico señalado en el CRF corresponde a la energía distribuida por tuberías de GLP, aire propanado y gas manufacturado para consumo final, energético o no, junto con la energía total distribuida de gas natural (calculada ésta a partir del consumo en el sector transformación, consumo final y pérdidas estimadas).

⁹⁹ Manual CORINAIR (1992). "Default Emission Factors Handbook". Segunda edición. CITEPA, parte 6, apartados 5.2 y 5.3, referentes a COV.

¹⁰⁰ Parte 1, tabla 4.7 del Manual CORINAIR.

¹⁰¹ Véase capítulo B411, apartado 5, del citado documento.

Los factores de emisión empleados, distinguiendo si disponen o no de técnicas de control¹⁰², están derivados del Libro Guía EMEP/CORINAIR¹⁰³, el cual recopila factores de THC (hidrocarburos totales) en términos de volumen de alimentación al vacío (m^3 alimentación). Para determinar el factor de emisión de metano se ha asumido una especiación del 1% de CH_4 en las emisiones de THC. Asimismo, dado que el dato socioeconómico de base es la masa de alimentación, se ha expresado el factor de emisión en tal magnitud aplicando una densidad media de 0,885 kg/l. Así, el factor obtenido para instalaciones sin técnicas de control es de 1,6 g/tonelada de alimentación al vacío ($1,6=0,144 \cdot 1000 \cdot 0,001 \cdot 0,885$) y considerado despreciable para unidades con control.

La masa de alimentación en las unidades de destilación al vacío es un dato directo de planta al tratarse de una información solicitada en los cuestionarios remitidos a las propias refinerías.

d) Antorchas en refinerías. La limitada información sobre volúmenes incinerados y caracterización de los gases consumidos ha sido determinante en la selección del procedimiento de estimación. Así, se ha adoptado el enfoque metodológico de nivel 1 señalado en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, apartado 2.7.1.1, tomando como variable de actividad el crudo procesado.

El factor de emisión utilizado, de 2 g/m^3 alimentación en refinería, proviene del propuesto para THC en el Libro Guía EMEP/CORINAIR¹⁰⁴, expresado originalmente en volumen de crudo, habiéndose asumido una equivalencia entre THC y COV y una especiación del 20% de metano en los compuestos orgánicos emitidos, porcentaje citado en la guía metodológica de EMEP/CORINAIR¹⁰⁵. Para la conversión a masa de crudo, se ha empleado la densidad referida en la publicación "Refino de Petróleo"¹⁰⁶, de 0,883 kg/litro de crudo.

La masa de crudo procesado es un dato directo de planta al tratarse de una información solicitada en los cuestionarios remitidos a las propias refinerías.

e) Antorchas en plantas de regasificación y en almacenamientos subterráneos de gas natural. El procedimiento empleado de cálculo se ha basado en la metodología simplificada descrita en el Libro Guía EMEP/CORINAIR¹⁰⁷, consistente en aplicar un factor por defecto al volumen de gas incinerado.

¹⁰² La existencia de unidades de recuperación de vapor en las instalaciones de destilación al vacío que permiten aprovechar la corriente completa derivándola a la red de fuel gas para su posterior utilización en hornos y calderas, implica que no se produzcan emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COVNM y CH_4) en estas instalaciones.

¹⁰³ Factor de THC sin control=0,144 kg/m³ alimentación al vacío; las emisiones de THC en instalaciones con control no son significativas (Libro Guía. EMEP/CORINAIR., capítulo B411, Tabla 8.4).

¹⁰⁴ Véase capítulo B923, apartado 8, tabla 2, del citado documento (edición 1996).

¹⁰⁵ U.S. EPA Chief.

¹⁰⁶ Valor indicado en la página 670 del citado documento.

¹⁰⁷ Véase capítulo B926, apartado 4, del citado documento (edición 1996).

El factor de emisión elegido, 211 g/mil m³N, ha sido calculado a partir del factor recomendado en el Libro Guía EMEP/CORINAIR¹⁰⁸ (0,2 g/m³S) y un factor de conversión de m³ estándares a normales de 288/273 (15°C para la temperatura estándar).

El volumen, o masa, de gas quemado en antorchas es un dato directo de las empresas englobadas en el sector transporte de gas natural, información facilitada a nivel de planta vía cuestionario.¹⁰⁹

f) Red de transporte y de distribución de gas natural (excluidas antorchas).
Véanse los apartados respectivos correspondientes a emisiones de CO₂.

3.11.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Cabe mencionar la variedad de actividades emisoras que engloba esta categoría y la heterogeneidad en la magnitud de sus incertidumbres asociadas. A nivel global, la incertidumbre asignada a las variables de actividad se estima en un 10% para las relacionadas con los productos petrolíferos y un 30% para las relacionadas con el gas natural. Los datos de actividad de los productos petrolíferos incorporan una incertidumbre debida fundamentalmente a la identificación de las sucesivas fases seguidas en la producción, transporte y distribución. Por lo que respecta al gas natural, las emisiones de gas estimadas a partir de reseguimientos en las instalaciones o de la aplicación de factores, muestran una incertidumbre presumiblemente superior, resultado de la metodología o de los factores de emisión aplicados en la estimación del gas natural.

Por otra parte, la incertidumbre global del factor de metano se estima, de forma conservadora, en un 75%, de acuerdo a los rangos publicados en la tabla 4.2.4 de la Guía 2006 IPCC. Para el dióxido de carbono, la incertidumbre en su factor de emisión puede considerarse globalmente en torno al 25%.

Con relación a la consistencia de las series, se hace notar que los factores de emisión de metano y de dióxido de carbono por fugas y venteos de gas natural, o de dióxido de carbono en antorchas de gas, se estiman a partir de la composición media anual del gas natural proporcionada por las empresas de transporte de gas. Los factores implícitos para otras fuentes emisoras reflejan las características particulares de cada planta, caso de las emisiones declaradas por las refinerías, o se han mantenido constantes a lo largo de todo el periodo inventariado. Por otra parte, para la determinación de las variables de actividad la información de base ha procedido de las mismas fuentes de referencia y el tratamiento de dicha información ha sido homogéneo en toda la serie. En el caso concreto de las antorchas en refinería, no debe olvidarse la mejora en la estimación que ha sido propiciada por la

¹⁰⁸ Véase capítulo B926, apartado 8, del citado documento. Se ha seleccionado el factor de emisión recopilado del informe publicado por la asociación de la industria del petróleo noruega (programa de investigación, OLF, 1993), por recomendación de la guía metodológica.

¹⁰⁹ Para la conversión a volumen de las cantidades de gas incinerado expresadas originalmente en términos de masa se han aplicado las densidades medias anuales específicas de planta y, en su defecto, los valores proporcionados por la principal compañía de transporte.

disponibilidad de información específica de volúmenes y composición de los gases quemados en antorchas.

Por lo que respecta a la completitud de inventario, se comenta que las estimaciones de dióxido de carbono y de metano en esta categoría contemplan las principales fuentes emisoras. Se asume que otras fuentes no tratadas no resultan relevantes en las emisiones totales de esta categoría para los referidos contaminantes. Las causas de esta exclusión pueden ser: a) no estar mencionadas en guías metodológicas como fuentes potenciales, como, por ejemplo, las emisiones fugitivas en las refinerías no asociadas a procesos, el almacenamiento y la distribución de productos petrolíferos; b) no haberse encontrado factor en la literatura, como ocurre con ciertos procesamientos del crudo (destilación atmosférica o endulzamiento de destilados), con las emisiones fugitivas en sectores consumidores finales como los sectores industrial, residencial o comercial¹¹⁰ o con las emisiones de N₂O procedentes de las antorchas en refinerías¹¹¹.

3.11.4.- Control de calidad y verificación

Se siguen manteniendo los contactos con la principal empresa distribuidora de gas natural para la contrastación de los factores de emisión de gas natural en las líneas de distribución. En el análisis se considera también el examen comparado con la situación de otros países. De estas contrastaciones y análisis se derivan estimaciones de la incertidumbre asociada a la variable de actividad.

3.11.5.- Realización de nuevos cálculos

En este apartado se describen las principales variaciones que, para el periodo 1990-2011, presenta la nueva edición del inventario con relación a la edición anterior.

¹¹⁰ Por lo que respecta a las fugas en sectores finales, en particular en los sectores industrial, residencial y comercial, las metodologías propuestas para la categoría IPCC 1B2 en las guías de referencia examinadas (IPCC, EMEP/CORINAIR) realizan un desarrollo limitado para esta fuente emisora.

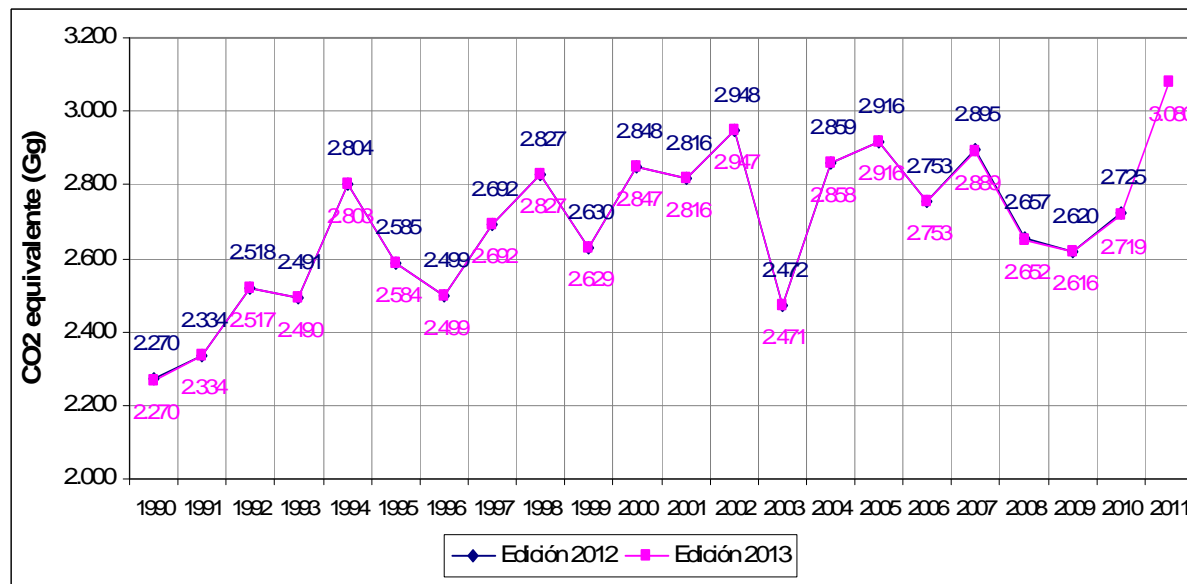
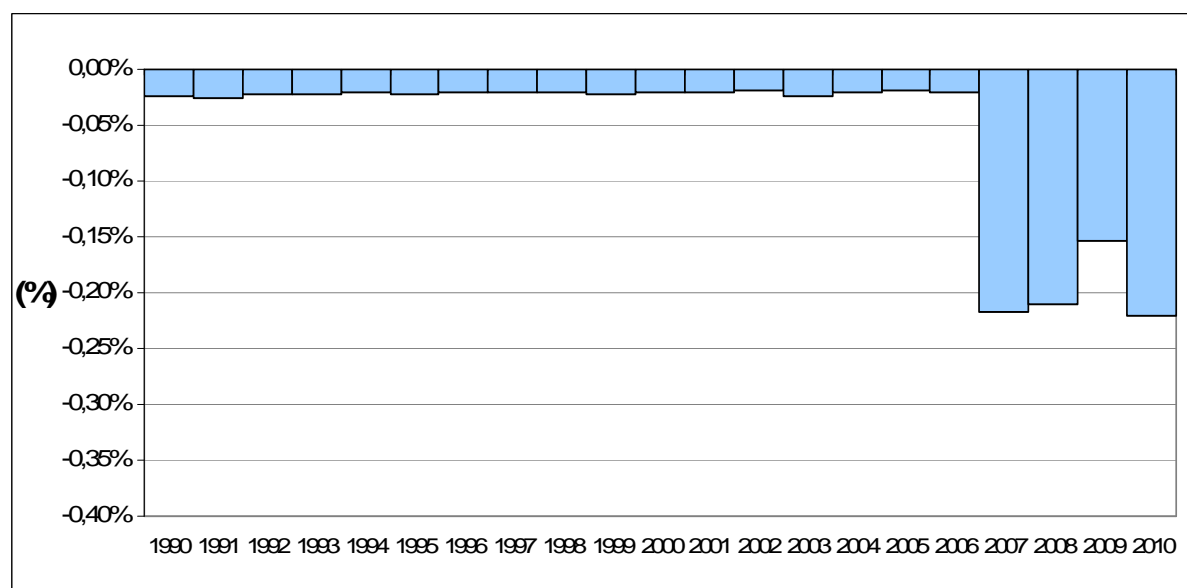
Así, el Manual de Referencia 1996 IPCC compendia en la tabla 1.58 rangos (considerablemente amplios) de factores de emisión, por unidad de gas consumido, para cada región del mundo con un enfoque de nivel 1, no figurando sin embargo valores para Europa Occidental (*Western Europe*).

La Guía de Buenas Prácticas 2000 de IPCC presenta, en el apartado 2.7.1.4 correspondiente a completitud factores de emisión por número de acometidas o equipos para la estimación de fugas por el uso de gas, clasificándolos en tres niveles (bajo, medio, alto). Al ser considerado por la propia guía como un mero factor indicador y no como un factor recomendado para la cuantificación de emisiones, se ha optado por no incorporar en la presente edición una estimación para esta fuente, si bien se presume su contribución menor en comparación con las fugas en etapas previas (industria extractiva, procesamiento y circuito logístico)

¹¹¹ La combustión en antorchas de la categoría 1.B.2.C.2.1 recoge exclusivamente las antorchas de refinerías de petróleo. El factor de emisión de la tabla 2.16 de las Guías de Buenas Prácticas de IPCC 2000 no corresponde a las refinerías, sino a la producción de petróleo. Es por ello que la sugerencia de 4 de febrero de 2011 del equipo del inventario de la Unión Europea de utilizar dicho factor para las refinerías no ha podido ser considerada.

- Para los años 2007-2010, las emisiones de CO₂ reportadas por una refinería en las unidades de recuperación de azufre (categoría 1B2aiv) han sido reubicadas en la categoría 1A1b (combustión en el sector del refino de petróleo), ya que estas emisiones provienen del consumo de gas de refinería utilizado en quemadores de dichas unidades.
- Revisión de las emisiones de CH₄ asignadas al proceso de destilación al vacío (dentro de la categoría 1B2aiv) en dos plantas de refino. De acuerdo con la información actualizada facilitada por las propias plantas relativa a la existencia de unidades de recuperación que captan los vapores para su aprovechamiento energético posterior como fuel gas en unidades de combustión, se han eliminado las emisiones de compuestos orgánicos volátiles por la destilación al vacío en estas refinerías a partir del año de instalación del sistema de control (periodo 1990-2010 en una de las refinerías, y 2009-2010 en la otra).
- Adicionalmente, se ha revisado la variable de actividad utilizada en la estimación de las emisiones correspondientes a la unidad de destilación al vacío (categoría 1B2aiv) de otra refinería para todo el periodo 1990-2010. En la presente edición del inventario, se ha realizado una estimación de la cantidad (toneladas) de alimentación a dicha unidad, modificando la variable de actividad utilizada en ediciones previas del inventario para esta refinería (cantidad total de crudo de petróleo procesado).
- Revisión de la información correspondiente al año 2010 relativa a la longitud de tubería según presión de operación y material del conducto, en la red de distribución del gas natural (categoría 1B2biv). La asociación sectorial SEDIGAS ha revisado los datos aportados de 2010 relativos a esta variable, aplicada como indicador del nivel de pérdidas de gas en el sistema de distribución. Así, los nuevos datos disponibles han supuesto modificaciones en las estimaciones del volumen de gas natural fugado en 2010, y, en consecuencia, en las emisiones de CO₂ y CH₄ asociadas.
- Revisión de la cantidad incinerada de gas natural estimada para los años 2009 y 2010 (encuadrado dentro de la categoría IPCC 1B2cii Antorchas) sobre la base de la información declarada por la compañía responsable de la gestión de una instalación de almacenamiento subterráneo.

La combinación de estos nuevos cálculos provoca, en términos de CO₂-equivalente, reducciones en todo el periodo 1990-2010, siendo de escasa relevancia en el periodo 1990-2006 (inferiores al 0,05%) e intensificándose su efecto en el periodo posterior, con disminuciones respecto a la pasada edición comprendidas entre 4,0 Gg y 6,3 Gg (variaciones relativas en torno al -0,2%). En las figuras 3.11.2 y 3.11.3 se muestra la repercusión del conjunto de modificaciones arriba comentadas sobre CO₂-equivalente en términos absolutos y porcentuales.

Figura 3.11.2.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012**Figura 3.11.3.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012**

3.11.6.- Planes de mejoras

El sector de suministro del gas es un mercado que tras un periodo de progresiva implantación se encuentra, desde julio de 2008, completamente liberalizado. En ediciones próximas del inventario se seguirá investigando la relación de nuevas empresas suministradoras a medida que se vayan incorporando al mercado gasista, solicitando la información pertinente.

Adicionalmente se pretende dentro de GT-Energía si se dispone de información directa plasmada en cuestionarios de emisiones en las plantas de prospección, exploración y producción de petróleo y gas natural, o en su defecto de las variables de actividad relevantes para la estimación de aquellas emisiones.

3.12.- Industrias de la producción y transformación de la energía (1A1)

3.12.1.- Descripción de la actividad

Esta categoría 1A1 constituye una fuente clave para el N₂O en el año 2011 por su contribución al nivel y a la tendencia cuando se utiliza el enfoque de nivel 2 (Tier 2), si bien no tiene esta naturaleza clave cuando se utiliza el Tier 1. En la tabla 3.12.1 se presentan las emisiones de N₂O expresadas en masa de CO₂-eq, complementándose esta información con el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de dichas emisiones y su contribución a las emisiones de CO₂-eq del total del inventario y del sector energía.

Tabla 3.12.1.- Emisiones de N₂O: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
N ₂ O (Gg de CO ₂ -eq)	277	553	623	743	728	725	670	590	599
Índice CO ₂ -eq	100,0	200,0	225,1	268,4	263,0	262,1	242,0	213,1	216,6
% CO ₂ -eq sobre total inventario	0,10	0,18	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,17	0,17
% CO ₂ -eq sobre energía	0,13	0,23	0,22	0,21	0,21	0,23	0,24	0,22	0,22

3.12.2.- Metodología

La variable de actividad utilizada en este conjunto de actividades es el consumo de combustibles. Dado que en los epígrafes 3.2, 3.3 y 3.4 ya se han mostrado los consumos correspondientes a cada una de las sub-categorías aquí contempladas, y que asimismo ha sido tratada la información sobre los aspectos metodológicos de la estimación de las emisiones, se obvia aquí la presentación de los mismos.

3.12.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Con respecto a la incertidumbre de las variables de actividad (consumo de combustibles), se remite a lo expuesto a los correspondientes apartados de los epígrafes 3.2, 3.3 y 3.4. En cuanto a los factores de emisión de N₂O, y según figura en la tabla 2.12 de la Guía 2006 IPCC, la incertidumbre se estima en un orden de magnitud.

3.12.4.- Control de calidad y verificación

Véase lo reseñado en los apartados correspondientes al control de calidad y verificación de los epígrafes 3.2, 3.3 y 3.4.

3.12.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se describen los principales cambios realizados en la estimación de las emisiones de N_2O en esta categoría de actividad con respecto a las estimaciones dadas en la edición anterior.

- Para los años 2008-2010 se han revisado las características (poder calorífico inferior) del gas de coquería quemado en una central térmica. Adicionalmente, en esta misma central térmica, se ha revisado para el año 2010 la estimación de las emisiones de N_2O correspondientes al uso de gasóleo como combustible auxiliar tras haberse detectado la introducción incorrecta del consumo de este combustible en la base de datos.
- Asimismo, para el año 2010 se ha revisado el poder calorífico inferior del fuelóleo consumido en una central térmica, con el fin de corregir el valor atípico que se obtenía en esta central en el factor de emisión implícito de CO_2 para dicho combustible.
- Para 2010 se ha revisado la información sobre consumo de combustibles de las plantas productoras de electricidad de menor potencia que operan en régimen ordinario, según los datos aparecidos en el Anexo V de la Estadística de la Energía Eléctrica (elaborada por el MINETUR), los cuales no se encontraban disponibles en la edición previa del inventario.
- Para los años 2002-2010 se han revisado las cantidades de biogás y de combustibles auxiliares (gasóleo, GLP y gas natural) quemados en instalaciones ubicadas en plantas de biometanización que realizan valorización energética, tras haberse detectado la introducción incorrecta de estos consumos en la base de datos.
- Para los años 2007-2010 se ha introducido el consumo de gas de refinería utilizado en quemadores de las unidades de recuperación de azufre de una refinería, así como las correspondientes emisiones.
- Para el año 2010, se ha revisado el poder calorífico inferior del gasoil consumido en una turbina de gas en una refinería. Asimismo, se ha revisado el poder calorífico inferior del gas de refinería consumido en una turbina de gas en otra refinería.
- Para el año 2010, se ha revisado el poder calorífico inferior de uno de los gases de refinería consumido en cuatro de los hornos de una refinería.
- Para los años 1990-1994, se han modificado los factores de emisión de N_2O para el gas de coquería y el gas de horno alto utilizados en los hornos de coque de una planta de siderurgia integral ya desaparecida, tras haberse detectado que la modificación de estos factores de emisión realizada en la edición previa del inventario no había sido implementada en esta planta.
- Para los años 2008-2010 se han revisado las características (poder calorífico inferior, contenido de carbono) del gas de coquería utilizado en los hornos de coque de las plantas siderúrgicas integrales.

- Para el periodo 1999-2010 se han revisado los consumos de gasóleo y gas natural con la información actualizada facilitada por las plantas de regasificación y de almacenamiento subterráneo de gas natural.
- Se han modificado los consumos de combustibles de la combustión inespecífica de la categoría 1A1c correspondiente al año 2010 como consecuencia de la revisión que se hace del balance de combustibles que se utiliza específicamente para el inventario de emisiones.

La comparación de resultados de las emisiones de N_2O , expresadas en términos de CO_2 -eq, entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos absolutos en la figura 3.12.1 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 3.12.2. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO_2 -eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados supone descensos de las emisiones en el periodo 1990-1994 que oscilan entre el 0,2% del año 1994 (0,8 Gg de CO_2 -eq) y el 0,4% del año 1991 (1,3 Gg de CO_2 -eq), mientras que en el periodo 1999-2010 se producen incrementos de las emisiones de escasa cuantía (inferiores a 1 Gg de CO_2 -eq) salvo en el año 2010 en el que se produce un incremento del 0,7% (3,8 Gg de CO_2 -eq).

Figura 3.12.1.- Emisiones de N_2O . Comparación Eds 2013 vs. 2012

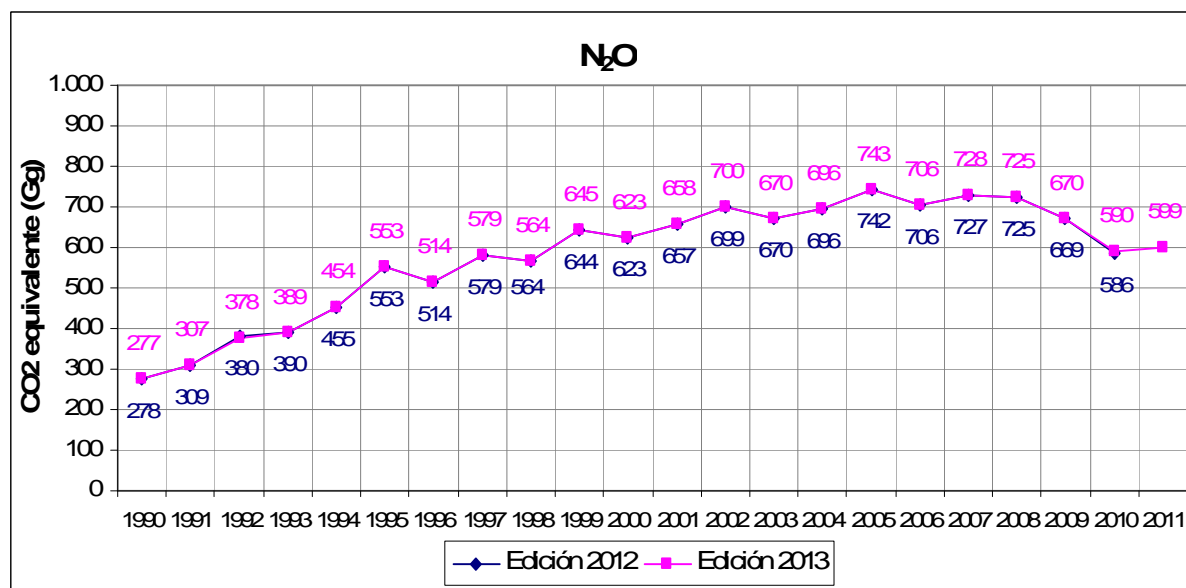
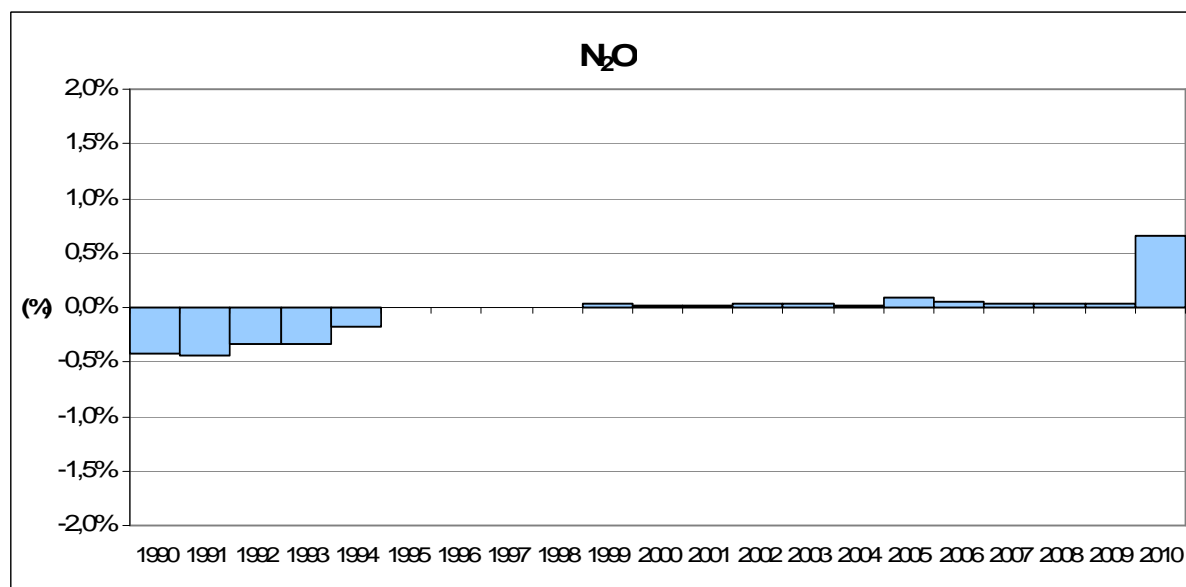


Figura 3.12.2.- Emisiones de N₂O. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012

3.12.6.- Planes de mejoras

Véase los planes de mejora reseñados en los apartados correspondientes de los epígrafes 3.2, 3.3 y 3.4.

3.13.- Otras fuentes

Siguiendo la nomenclatura de fuentes de IPCC se considerarían adicionalmente otras actividades que no siendo fuentes clave en el inventario sí se encuadran bajo el epígrafe de energía. Seguidamente se mencionan alguna de las principales actividades de este grupo "Otras fuentes".

En la combustión estacionaria, tanto de origen industrial (categoría 1A2) como en la realizada en sectores energéticos englobados en la categoría 1A1, las emisiones de CO₂ procedentes del uso de la clase "otros combustibles" no constituye una fuente clave en el inventario ni por nivel ni por tendencia debido a la escasa participación de este tipo de combustibles en dichos sectores. Por idéntico motivo, el tráfico de vehículos que consumen combustibles gaseosos (gas natural o gases licuados del petróleo) o el uso de combustibles gaseosos o líquidos en actividades combustivas de las industrias de transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (categoría 1A1c), con relación a la significación de sus respectivas emisiones de CO₂, no se han revelado como unas categorías clave para el conjunto del inventario.

Otros cruces de actividades con contaminantes, que, aunque recogidos dentro del sector energía, no se identifican como fuentes clave ni por nivel ni por tendencia en el periodo inventariado son las siguientes:

- 1A1 – Combustión estacionaria en el sector energía: emisiones de CH₄
- 1A3a2 – Aviación civil: emisiones de CH₄ y N₂O.
- 1A3b – Transporte por carretera: emisiones de CH₄ y N₂O.
- 1A3d2 – Tráfico marítimo nacional: emisiones de CH₄ y N₂O.
- 1A3c – Ferrocarriles: emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O.
- 1A3e – Otros modos de transporte: emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O.
- 1B1 – Emisiones fugitivas en minería y tratamiento de carbón: CO₂¹¹².
- 1B2 – Emisiones fugitivas asociadas a hidrocarburos: CH₄.

A continuación se describen brevemente aquellas de las actividades arriba mencionadas que no han sido recogidas en apartados anteriores del capítulo sectorial. Para las restantes actividades se remite al apartado correspondiente.

1A3c – Ferrocarriles: emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O

Esta categoría recoge las emisiones procedentes del consumo de gasóleo por locomotoras autopropulsadas, locomotoras de maniobras y calderines,

Siguiendo los principios reflejados en el árbol de decisión de la Guía Buenas Prácticas 2000 IPCC para la elección de la metodología, al no constituir una categoría clave para el inventario, se ha adoptado el enfoque metodológico de nivel 1 (basado en el consumo agregado de combustible) propuesto en la Guía 2006 IPCC, sección 3.4.1.1.

La información de base relativa a la variable de actividad, el volumen de combustible consumido (suministro), es proporcionada por las principales compañías del transporte ferroviario y gestores de la red ferroviaria. En la tabla 3.13.1 se presentan los datos estimados de consumo en unidades energéticas de poder calorífico inferior (TJ_{PCI}).

Tabla 3.13.1.- Consumo de combustibles: ferrocarriles (cifras en TJ_{PCI})

Categoría	Combustible	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Ferrocarriles	Diésel	5.704	4.447	4.171	4.202	4.099	3.955	3.689	3.718	3.827

Para la conversión de unidades de masa a energía se ha aplicado un poder calorífico inferior de 43,2 GJ/t.

Para la estimación de emisiones de CO₂ se ha derivado un factor de emisión por masa de combustible a partir de la fórmula para el cómputo del CO₂ final y la relación H/C del diésel (r_{H/C}=2) propuestas en el Libro Guía EMEP/CORINAIR (capítulo B810). Por lo que respecta a las emisiones asociadas de N₂O, se ha convertido el factor original del Manual CORINAIR (2 g/GJ) a unidades de masa aplicando un poder calorífico del gasóleo de 43,2 GJ/t. Para el resto de contaminantes considerados (CH₄, SO₂, NO_x, COVNM y CO), se ha

¹¹² En esta actividad no se ha estimado las emisiones fugitivas de CO₂ de las actividades mineras, tal y como se ha comentado en el apartado 3.10.2.2. Queda por tanto pendiente el diagnóstico de caracterización de esta actividad como fuente clave o no cuando se disponga de la correspondiente estimación de dichas emisiones.

tomado el Libro Guía EMEP/CORINAIR (capítulo B810) como fuente de referencia. En la tabla 3.13.2 se presentan los factores de contaminantes GEI empleados en el inventario para esta categoría:

Tabla 3.13.2.- Factores de emisión. Ferrocarriles

Combustible	CH ₄ (g/t)	CO ₂ (kg/t)	N ₂ O (g/t)
Gasóleo	180	3.137,59	86,4

1A3e – Otros modos de transporte: emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O

Esta categoría recoge las emisiones procedentes de las actividades de combustión en las estaciones de compresión de la red de transporte por tuberías.

Siguiendo los principios reflejados en el árbol de decisión de la Guía Buenas Prácticas 2000 IPCC para la elección de la metodología, al no constituir una categoría clave para el inventario, se ha adoptado como referencia general el enfoque metodológico de nivel 1 (basado en el consumo agregado de combustible) propuesto en la Guía 2006 IPCC. No obstante, conviene matizar aquí que, al disponer a partir del año 2005 de información individualizada de las estaciones de compresión de gas natural a nivel de planta, es posible aplicar un enfoque de nivel más avanzado, quedando sin embargo por solventar el enlace retrospectivo de la serie desde 1990 hasta 2005.

Con respecto a la variable de actividad, la publicación anual “Los transportes y los servicios postales” elaborada por el Ministerio de Fomento proporciona las cantidades de combustibles, en términos de masa, imputadas a los compresores en el transporte por tubería. Esta fuente ha sido complementada, a partir del año 2005, con información facilitada vía cuestionario individualizado por las estaciones de compresión de la red de transporte de gas natural. En la tabla 3.13.3 se presentan los datos estimados de consumo en unidades energéticas de poder calorífico inferior (TJ_{PCI}):

Tabla 3.13.3.- Consumo de combustibles: otros modos de transporte (cifras en TJ_{PCI})

Combustible	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Gasóleo	38	170	119	13	5	6	12	5	1
GLP	269	716	2.042	4.930	2.494	2.494	2.494	2.494	(a)
Gas natural				4.255	1.855	2.154	25.321 (b)	2.539	2.362
Total	307	886	2.161	9.199	4.353	4.655	27.828	5.038	2.363

Para la conversión de unidades de masa a energía se ha aplicado un poder calorífico inferior de 42,4 GJ/t para el gasóleo y de 44,78 GJ/t para GLP.

(a) Tras la aprobación de las cifras de inventario, se identificó una omisión en el consumo de GLP en el año 2011, que subrogando la serie se estima en 2.494 TJ_{PCI}, y que será subsanado en la próxima edición del inventario.

(b) En el proceso de control de calidad efectuado por la Comisión de la Unión Europea a través de la plataforma QA/QC Communication Tool, se recibió notificación de un posible error en el consumo reportado de gas natural en el año 2009. Efectuadas las correspondientes indagaciones, se pudo confirmar la existencia de un error potencial en la cifra facilitada por una de las estaciones compresoras, y que será contrastado, y subsanado en su caso, en la próxima edición del inventario.

Los factores de emisión utilizados en la estimación de emisiones se han tomado de las siguientes referencias metodológicas para los tipos de unidades mencionados: a) API

Compendium para las emisiones de N₂O en los equipos de gasóleo (“Large bore diesel engine”) y de gas natural (“Uncontrolled boilers and heaters” y “Uncontrolled turbines”); b) CITEPA, para las emisiones de N₂O en las unidades de GLP; c) Libro Guía EMEP/CORINAIR, capítulo B112, para el resto de contaminantes cubiertos en el presente documento. Así, en concreto, para estimar las emisiones de CO₂ se han aplicado factores de emisión basados en el contenido de carbono por defecto de cada combustible. En la tabla 3.13.4 se presentan los factores de emisión finalmente aplicados.

Tabla 3.13.4.- Factores de emisión. Otros modos de transporte

Tipo de instalación	Combustible	CO ₂ (kg/GJ)	CH ₄ (g/GJ)	N ₂ O (g/GJ)
Caldera	Gas natural	56	1,4	0,9
Turbina de gas	G.L.P.	65	1	2,5
	Gas natural	56	4	1,3
Motor estacionario	Gasóleo	73	1,5	1,85

4.- PROCESOS INDUSTRIALES

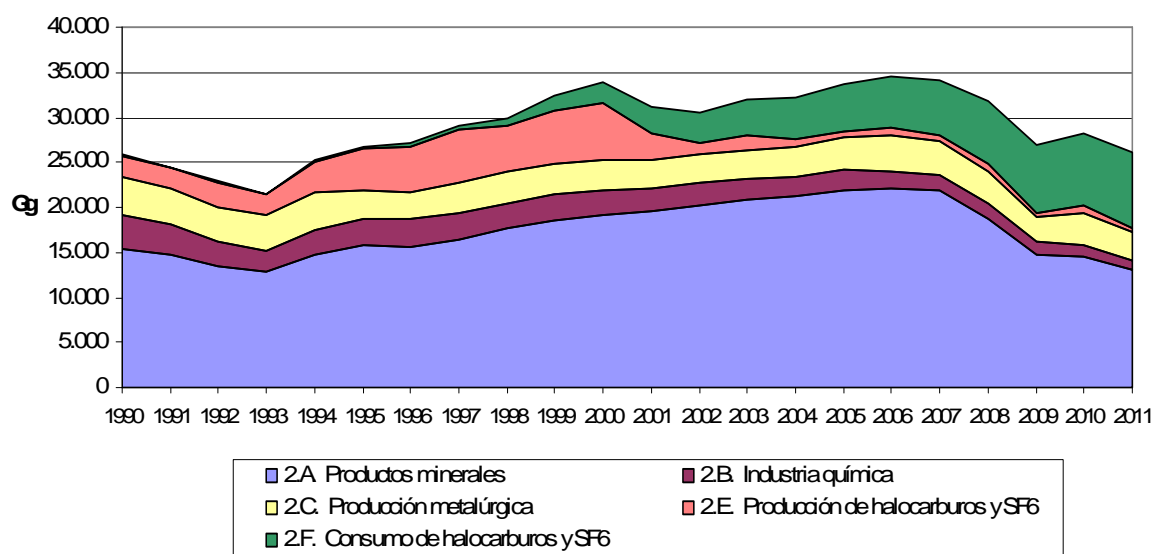
4.1.- Panorámica del sector

Las emisiones de los procesos industriales representan en el año 2011 un 7,5% de las emisiones totales del inventario, en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq), lo que supone una reducción de la contribución con respecto al año 1990 en el que los procesos industriales representaban un 9,8% del total. Por otro lado, el nivel de las emisiones de CO₂-eq en este sector ha registrado un incremento del 1,2% en el año 2011 con respecto al año 1990, pasando de 25.813 gigagramos (Gg) de CO₂-eq en 1990 a 26.128 Gg en el año 2011. En la tabla 4.1.1 se presentan, en términos de CO₂-eq, las emisiones de los procesos industriales con desglose por categorías componentes según la nomenclatura CRF, mostrándose en la figura 4.1.1 la evolución de dichas emisiones a lo largo del periodo 1990-2011.

Tabla 4.1.1.- Emisiones de CO₂-eq (Cifras en Gg)

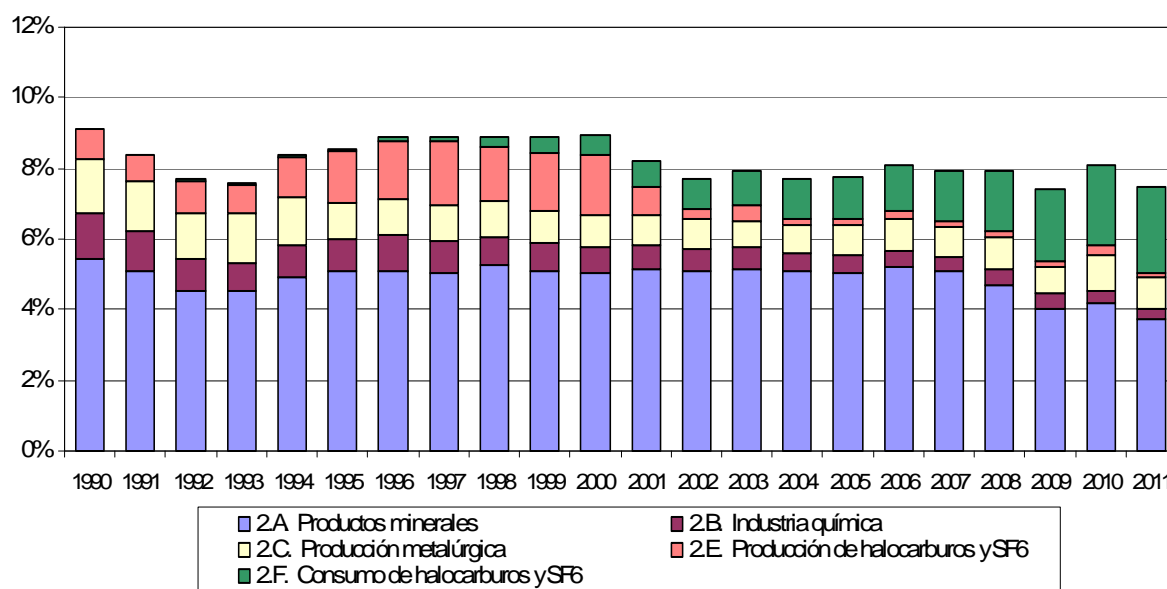
	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
2.A Productos minerales	15.427	15.887	19.121	21.906	21.945	18.831	14.661	14.547	12.999
2.B Industria química	3.626	2.936	2.824	2.209	1.734	1.606	1.511	1.257	1.067
2.C Producción metalúrgica	4.290	3.096	3.306	3.672	3.681	3.645	2.744	3.561	3.137
2.D Otras industrias	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.E Producción de halocarburos y SF ₆	2.403	4.638	6.395	681	707	686	540	924	397
2.F Consumo de halocarburos y SF ₆	67	116	2.241	5.141	6.119	6.919	7.407	7.982	8.528
Procesos Industriales	25.813	26.673	33.886	33.609	34.187	31.688	26.863	28.271	26.128

Figura 4.1.1.- Evolución de las emisiones de CO₂-eq



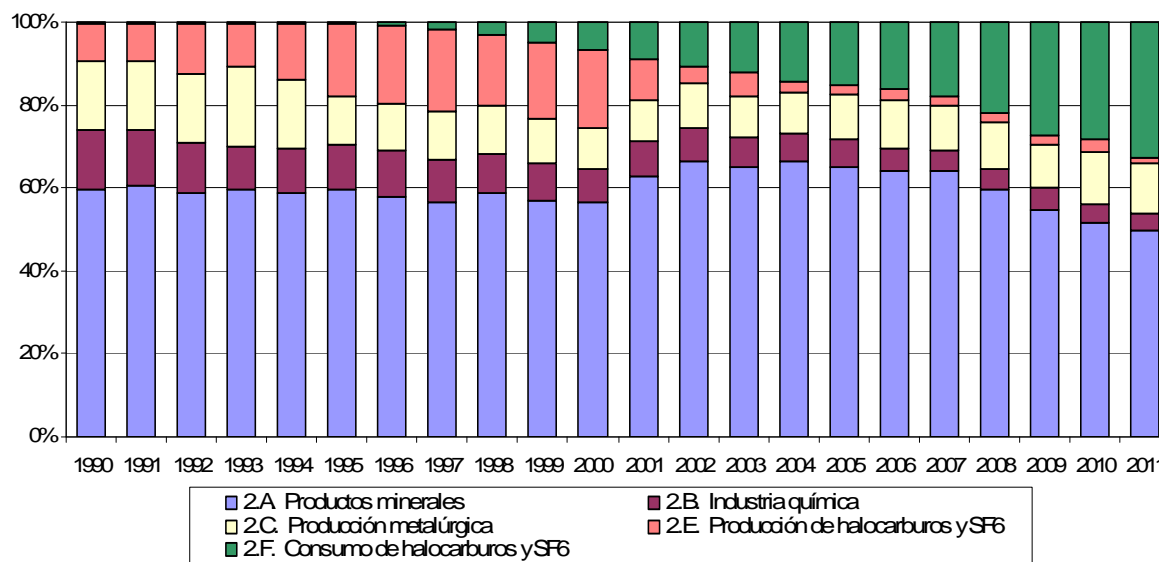
En la figura 4.1.2 se muestra la contribución de las distintas categorías fuente de este sector a las emisiones totales de CO₂-eq a lo largo del periodo 1990-2011. Como puede observarse la contribución conjunta del sector es en todos los años inferior al 10% del total de emisiones del inventario, produciéndose un descenso de la contribución del sector a partir del año 2000 como consecuencia del mayor incremento relativo de las emisiones de CO₂-eq de los restantes sectores, a lo que se añade en 2009 una bajada añadida por la concentración en el sector industrial del descenso general de la actividad económica, con un aumento en 2010 como consecuencia del incremento de la producción siderúrgica y el incremento del consumo de halocarburos en los equipos de refrigeración y aire acondicionado, seguido de un posterior descenso en 2011 principalmente motivado por las caídas que se producen en las producciones de clínker de cemento y de acero.

Figura 4.1.2.- Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq por categoría respecto al total del inventario



En la figura 4.1.3 se muestra la distribución por categoría fuente de las emisiones de CO₂-eq del sector de procesos industriales. Como puede observarse en la figura, los productos minerales constituyen la principal fuente emisora de este sector (49,8% en el año 2011), seguidos por el consumo de halocarburos y SF₆ y la producción metalúrgica (32,6% y 12,0% respectivamente en el año 2011). También puede apreciarse la evolución temporal de las distintas categorías, donde las mayores tasas de variación se producen en el consumo de gases fluorados, cuya presencia en el año 1990 es prácticamente testimonial, y en la producción de halocarburos, donde se registra un incremento de las emisiones de CO₂-eq hasta el año 2000, seguido de un descenso en los años posteriores causado principalmente por la implantación de sistemas de recuperación de los gases emitidos, así como por el descenso del nivel de producción experimentado a entre los años 2007 y 2009, con un posterior incremento de dicho nivel de producción en 2010, y seguido de un descenso en 2011 como consecuencia de las caídas en las producciones de clínker de cemento y de acero.

Figura 4.1.3.- Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq por categoría respecto al total del sector



En lo que sigue de este capítulo se examinan en detalle las fuentes clave de procesos industriales. El análisis de las fuentes clave se ha realizado para el año base¹ (nivel de emisión) utilizando el enfoque de nivel 1 (Tier 1), y para el año 2011 (nivel de emisión y tendencia) utilizando los enfoques de nivel 1 y 2 (Tier 1 y Tier2). En concreto se han identificado las siguientes fuentes clave:

- Producción de cemento (2A1) por sus emisiones de CO₂. Para esta categoría destaca el hecho de la bajada en la contribución que se produce en 2011, tanto en el nivel de las emisiones como en la tendencia, al pasar de Tier 1 a Tier 2 (para el nivel es fuente clave si se utiliza Tier 1 pero no lo es si se utiliza Tier 2).
- Producción de cal (2A2) por sus emisiones de CO₂. Esta categoría es fuente clave por su nivel en 2011 cuando se utiliza el Tier 1, pero no lo es si se utiliza el Tier 2. Esta inclusión en 2011 es una consecuencia de la disminución de las emisiones de CO₂-eq en otras categorías de este sector (especialmente en la fabricación de cemento).
- Producción de ácido nítrico (2B2) por sus emisiones de N₂O. El descenso de la producción a lo largo del periodo inventariado, así como la implantación a partir de 2009 de tecnologías de reducción de las emisiones de N₂O, hace que esta fuente que era clave en el año base deje de serlo en 2011. Cabe destacar el hecho de que en el año 2011, sería fuente clave por su tendencia si se utilizara el Tier 1 pero no resulta tal al utilizar el Tier 2 debido a la reducida incertidumbre relativa de los factores de emisión.

¹ El año base toma como referencia el año 1990 para el CO₂, CH₄ y N₂O y el año 1995 para los gases fluorados HFC, PFC y SF₆.

- Producción de hierro y acero (2C1) por sus emisiones de CO₂. Esta fuente es clave, tanto por su nivel como por su tendencia cuando se utiliza el Tier 1, pero no lo es al utilizar el Tier 2, dada la reducida incertidumbre relativa, tanto de la variable de actividad como de los factores de emisión.
- Procesos industriales con la exclusión de la producciones de cemento (2A1) y cal (2A2), el uso de piedra caliza y dolomita (2A3) y la producción de hierro y acero (2C1), por su niveles de emisión de CO₂, tanto en el año base como en el año 2011, tanto al aplicar el Tier 1 como el Tier 2.
- Fabricación de HCFC-22 (2E1) por sus emisiones de HFC. Destaca aquí el hecho de que esta categoría es fuente clave en el año base por su nivel de emisión, pero no lo es en el año 2011 debido a la reducción operada en las emisiones por la implantación de tecnologías de control y al cierre de las plantas de fabricación, quedando sólo una planta a partir del año 2008, con un descenso significativo en el nivel de actividad en el año 2011 (véase apartado 4.9.2). Adicionalmente, esta categoría es fuente clave por su contribución a la tendencia, tanto al aplicar el Tier 1 como el Tier 2.
- Consumo de halocarburos y SF₆ (2F) por sus emisiones conjuntas de HFC y PFC. Esta categoría no es fuente clave en el año base dado el escaso nivel de actividad existente en el año 1995.

Como síntesis de lo anterior se presentan a continuación las tablas 4.1.2 y 4.1.3 que recogen respectivamente, para las categorías clave de este sector, la contribución de las emisiones al nivel en el año base, y al nivel y a la tendencia en el año 2011, así como el número de orden de la categoría en la relación de fuentes clave² y los valores absolutos en términos de CO₂-eq.

² Orden determinado por la contribución de las emisiones de la categoría al nivel o a la tendencia

Tabla 4.1.2.- Fuentes clave: contribución al nivel. Año base

Actividad IPCC		Gas	CO ₂ -eq (Gg)	Contribución al nivel		
				Tier 1		
Código	Descripción			%	Fuente clave	Nº orden
2A1	Producción de cemento	CO ₂	12.279	4,3	SÍ	7
2A2	Producción de cal	CO ₂	1.146	0,4	NO	29
2-(2A1+2A2+2A3+2C1)	Otros procesos industriales	CO ₂	2.738	1,0	SÍ	18
2B2	Producción de ácido nítrico	N ₂ O	2.800	1,0	SÍ	17
2C1	Producción de hierro y acero	CO ₂	2.428	0,9	SÍ	20
2E1	Fabricación de HCFC-22	HFC	4.638	1,6	SÍ	16
2F	Consumo de halocarburos y SF ₆	HFC y PFC	8	0,0	NO	66

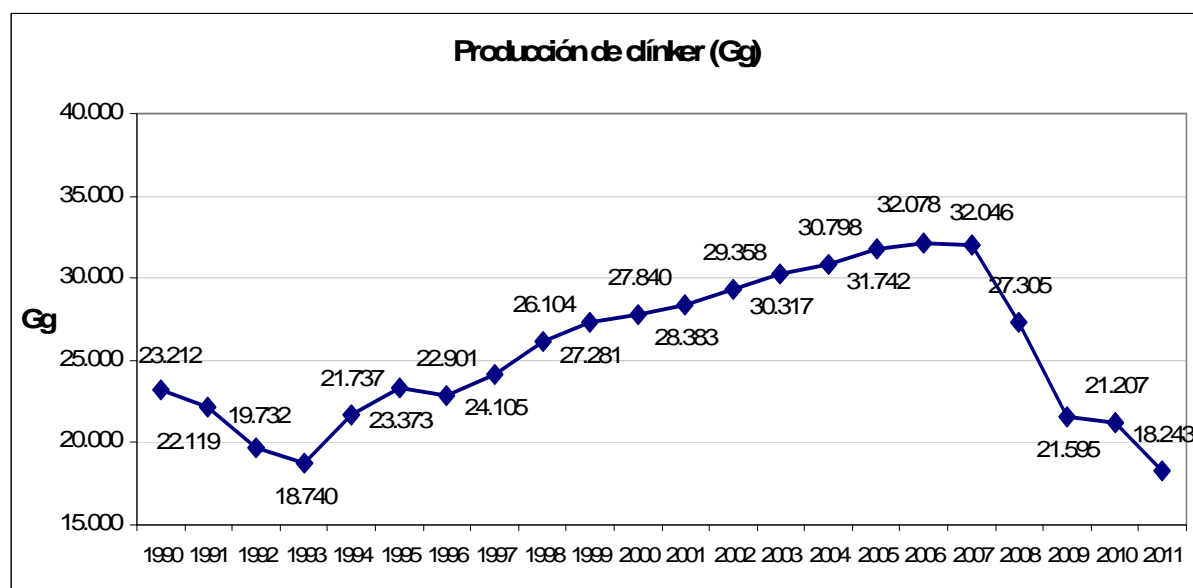
Tabla 4.1.3.- Fuentes clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2011

Actividad IPCC		Gas	CO ₂ -eq (Gg)	Contribución al nivel						Contribución a la tendencia					
				Tier 1			Tier 2			Tier 1			Tier 2		
Código	Descripción			%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden
2A1	Producción de cemento	CO ₂	9.523	2,7	SÍ	11	0,7	NO	22	2,6	SÍ	12	0,9	SÍ	21
2A2	Producción de cal	CO ₂	1.468	0,4	SÍ	27	0,1	NO	42	0,0	NO	58	0,0	NO	67
2-(2A1+2A2+2A3+2C1)	Otros procesos industriales	CO ₂	3.625	1,0	SÍ	20	0,9	SÍ	18	0,1	NO	43	0,2	NO	47
2B2	Producción de ácido nítrico	N ₂ O	258	0,1	NO	53	0,0	NO	62	1,5	SÍ	15	0,7	NO	25
2C1	Producción de hierro y acero	CO ₂	1.539	0,4	SÍ	26	0,1	NO	49	0,7	SÍ	24	0,2	NO	46
2E1	Fabricación de HCFC-22	HFC	54	0,0	NO	61	0,0	NO	63	2,6	SÍ	10	3,4	SÍ	8
2F	Consumo de halocarburos y SF ₆	HFC y PFC	8.133	2,3	SÍ	14	3,9	SÍ	7	3,8	SÍ	9	9,5	SÍ	3

Explicación de la tendencia

Las emisiones de CO₂-eq en este sector están claramente dominadas por la contribución que tienen los procesos de descarbonatación en las industrias de productos minerales, y más concretamente en la actividad de fabricación de clínker de cemento, cuya contribución se aproxima e incluso supera en algunos años el 50% de las emisiones de CO₂-eq del sector. Así, la tendencia que puede observarse en la figura 4.1.1 es pareja, en gran medida, a la evolución socioeconómica que se produce en la producción de clínker de cemento (véase figura 4.1.4), con un decrecimiento en el periodo 1990-1993, una evolución creciente a partir del año 1994, finalizando con un apreciable descenso en los años 2008-2011, como consecuencia de la caída en el nivel de actividad del sector. Cabe mencionar que el decrecimiento de las emisiones en el intervalo 1990-1993 por la disminución de la producción de cemento refleja asimismo el valle del ciclo en la actividad económica general del país.

Figura 4.1.4.- Evolución de la producción de clínker (Cifras en Gg)

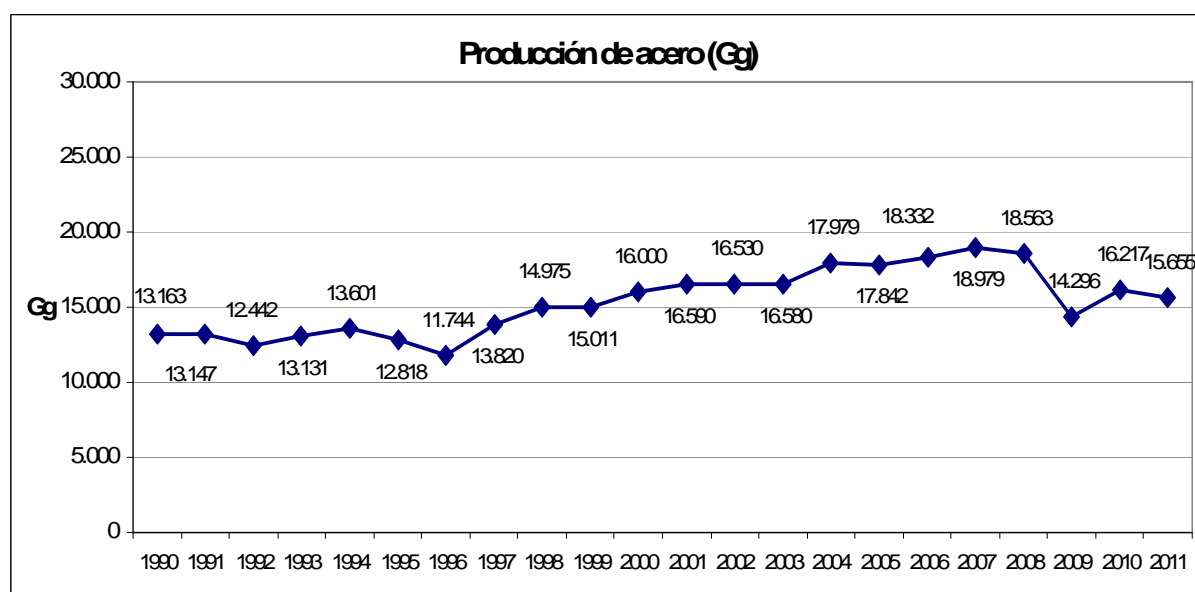


En cuanto a la industria química, la evolución muestra una tendencia decreciente de las emisiones a lo largo del periodo inventariado como consecuencia del cierre de diversas plantas de producción, especialmente de fabricación de ácido nítrico y amoníaco. Este decrecimiento se ve acentuado en los años 2010 y 2011 debido a la implantación de técnicas de reducción secundarias en las plantas de fabricación de ácido nítrico, lo que se refleja en una menor emisión de N₂O por tonelada producida en dicha actividad en estos años (véase epígrafe 4.7.2).

En la industria metalúrgica se observa una evolución relativamente estable (véase la evolución de la producción de acero en la figura 4.1.5), si bien se puede observar un apreciable descenso en el nivel de producción del año 2009 como consecuencia de la caída del nivel de actividad, seguido de una recuperación en 2010 y un nuevo descenso en 2011, cuya incidencia en el conjunto de las emisiones de CO₂-eq en el conjunto de los procesos

industriales queda reflejada en las variaciones de las emisiones de estos dos últimos años que se observa en la figura 4.1.1. Dentro del sector se ha producido un cambio tecnológico significativo en la fabricación de acero, haciéndose cada vez más dominante la producción de acero en hornos eléctricos con respecto al acero producido en hornos de oxígeno básico, lo que a su vez implica un menor nivel de actividad en las producciones de sinter y arrabio en las plantas siderúrgicas integrales.

Figura 4.1.5.- Evolución de la producción de acero (Cifras en Gg)



Por último, la contribución a la tendencia de las actividades de producción y uso de gases fluorados es claramente notoria a partir del año 1995, con un incremento sustantivo de las emisiones debidas al uso de estos gases y un descenso en las actividades de producción (primaria y como subproductos) de HFC, descenso marcado fundamentalmente por la puesta en servicio de una instalación para disminuir la emisión de HFC-23 en la fabricación de HCFC-22 a partir del año 2002, así como por la disminución de los niveles de producción que se registran a partir del año 2007 (disminución a la que contribuye el cierre de una planta de fabricación de HCFC-22 y HFC-227ea en el año 2008), lo que queda claramente reflejado en la evolución de la categoría 2E en la figura 4.1.1.

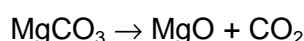
En las secciones restantes de este capítulo se examinan las actividades (según categoría IPCC) o conjunto de actividades (combinación de más de una categoría IPCC) del sector de procesos industriales, teniendo en cuenta para esta agrupación la identificación previamente reseñada de fuentes clave (si bien en algunos casos se han agrupado dos o

más fuentes clave por conveniencia de la exposición)³. En todo caso, en la sección final 4.12 se hace una presentación más resumida de las fuentes no claves del sector.

4.2.- Producción de cemento (2A1)

4.2.1.- Descripción de la actividad

En esta actividad se contemplan las emisiones que se producen durante el proceso de fabricación de clínker como consecuencia de la disociación térmica de las moléculas de carbonato cálcico y carbonato magnésico presentes en el crudo de acuerdo con las siguientes reacciones químicas:



Estas reacciones tienen lugar en el proceso de cocción del crudo, previo a la formación de los compuestos hidráulicos del clínker.

La emisión de CO₂ es inherente al proceso de fabricación de clínker, dependiendo, esencialmente, su cuantía del contenido de carbonatos de la materia prima introducida al horno de clínker⁴. Las emisiones correspondientes a las actividades de combustión en este proceso se encuadran dentro de la categoría CRF 1A2f.

En la tabla 4.2.1 se muestran las emisiones de CO₂ para esta actividad, siendo este gas el que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 4.2.2 se muestran dichas emisiones en términos de CO₂-eq, que al constar esta actividad de CO₂ como única sustancia, coincide con las ya presentadas en la tabla anterior. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y sobre el sector Procesos Industriales.

Tabla 4.2.1.- Emisiones de CO₂ (Cifras en Gg)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
12.279	12.365	14.728	16.792	16.824	14.389	11.402	11.197	9.523

³ Se presenta también información, siguiendo un criterio de mayor completitud, de las actividades de producción de cal (categoría 2A3), producción de aluminio (categoría 2C3) y uso de SF₆ en equipos eléctricos (categoría 2F8), aunque estrictamente estas dos categorías no figuren en la relación de fuentes clave.

⁴ Las emisiones varían entre plantas en función de la procedencia (yacimientos) de las que se aprovisionan de materias primas.

Tabla 4.2.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	12.279	12.365	14.728	16.792	16.824	14.389	11.402	11.197	9.523
Índice CO ₂ -eq	100,0	100,7	119,9	136,8	137,0	117,2	92,9	91,2	77,6
% CO ₂ -eq sobre total inventario	4,34	3,95	3,89	3,88	3,89	3,61	3,14	3,21	2,72
% CO ₂ -eq sobre procesos industriales	47,57	46,36	43,46	49,96	49,21	45,41	42,44	39,61	36,45

4.2.2.- Metodología

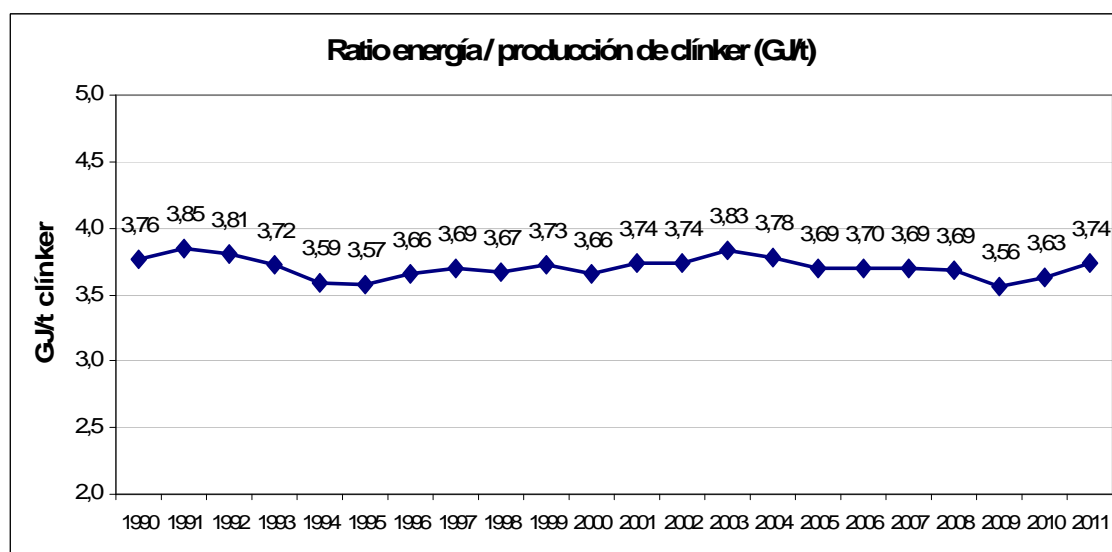
La estimación de las emisiones de CO₂ correspondientes a esta actividad se ha realizado utilizando el método de nivel 2 de IPCC, mediante la aplicación de un factor de emisión a las cantidades de clínker producido.

La información sobre la producción de clínker se ha obtenido a través de la publicación "Industrias del Cemento" para el periodo 1990-1998 y mediante información facilitada por la propia asociación empresarial del sector de fabricación de cemento (OFICEMEN) para el periodo 1999-2011. La disponibilidad de esta información ha determinado la elección del método de estimación de las emisiones. En la tabla 4.2.3 se presenta la producción de clínker expresada en toneladas.

Tabla 4.2.3.- Producción de clínker (Cifras en toneladas)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
23.211.731	23.373.454	27.840.499	31.742.484	32.045.543	27.304.551	21.594.604	21.207.202	18.242.700

Al poner en relación la producción de clínker con el consumo energético realizado en las fábricas de cemento, cuya evolución se muestra en la figura 4.2.1, puede observarse que el requerimiento energético (GJ/t de clínker producido) a lo largo del periodo analizado mantiene una tendencia bastante estable, oscilando dicho requerimiento entre 3,56 GJ/t (año 2009) y 3,85 GJ/t (año 1991).

Figura 4.2.1.- Evolución del requerimiento energético

Para la estimación de las emisiones de CO₂ existen diversas referencias que proponen distintos factores de emisión (EMEP/CORINAIR, IPCC). Sin embargo, aquí se han utilizado, para el periodo 2005-2011, factores de emisión de CO₂ anuales, a nivel nacional, por tonelada de clínker producido obtenidos a partir la información facilitada por OFICEMEN sobre factores de emisión de CO₂ por tonelada de clínker producido, información cuya fuente original se encuentra en los datos facilitados por las propias plantas cementeras para las emisiones certificadas de CO₂ de comercio de derechos de emisión. Para el periodo 1990-2004, para el cual no estaba operativo el mecanismo de comercio de derechos de emisión, se ha utilizado el factor de emisión nacional promedio correspondiente al año 2005. En la tabla 4.2.4 se presentan los factores de emisión implícitos para cada uno de los años del periodo inventariado.

Tabla 4.2.4.- Producción de clínker. Factores de emisión de CO₂ (t CO₂/t clínker)

1990-2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0,529	0,522	0,525	0,527	0,528	0,528	0,522

Como precisión adicional cabe mencionar que las calizas utilizadas en las cementeras españolas son de una calidad notable, con menor contenido en arcilla (que descarbonata menos).

4.2.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Para la cuantificación de la incertidumbre se ha tenido en cuenta que la estimación de las emisiones se realiza utilizando el enfoque de nivel 2 y con datos de actividad (clínker producido) facilitados por todas las plantas del sector. La incertidumbre de la variable de actividad puede cifrarse en un 1,5%, como valor medio del rango 1-2% indicado en la Tabla 3.2 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. En cuanto al factor de emisión aplicado se han tenido en cuenta los valores medios de los rangos de incertidumbre de los pasos (2), (3), (4) y (5) de la tabla anteriormente citada, que, combinados apropiadamente, dan como resultado una incertidumbre combinada del factor de emisión del 8,3%.

Por lo que respecta a la pauta temporal, la serie se considera coherente al cubrir el conjunto de plantas del sector en el periodo inventariado y provenir la información directamente de las plantas, habiendo sido gestionada por la asociación empresarial del sector.

4.2.4.- Control de calidad y verificación

Entre las actividades de control de calidad se realiza la revisión de la homogeneidad de la serie de producción de clínker, dado que la información provisional facilitada para el último año en la edición previa del inventario es a veces revisada en la edición corriente del inventario.

4.2.5.- Realización de nuevos cálculos

Los nuevos cálculos en esta actividad han estado motivados por la revisión de la producción de clínker en una provincia para el año 2010, de acuerdo con la información actualizada facilitada por OFICEMEN.

En la figura 4.2.2 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO₂-eq de la edición actual con los de la edición anterior, mientras que en la figura 4.2.3 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en la figura 4.3.2, la variación relativa de las emisiones como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados supone un descenso de las emisiones del 0,1% en el año 2010 (11 Gg de CO₂-eq).

Figura 4.2.2.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012

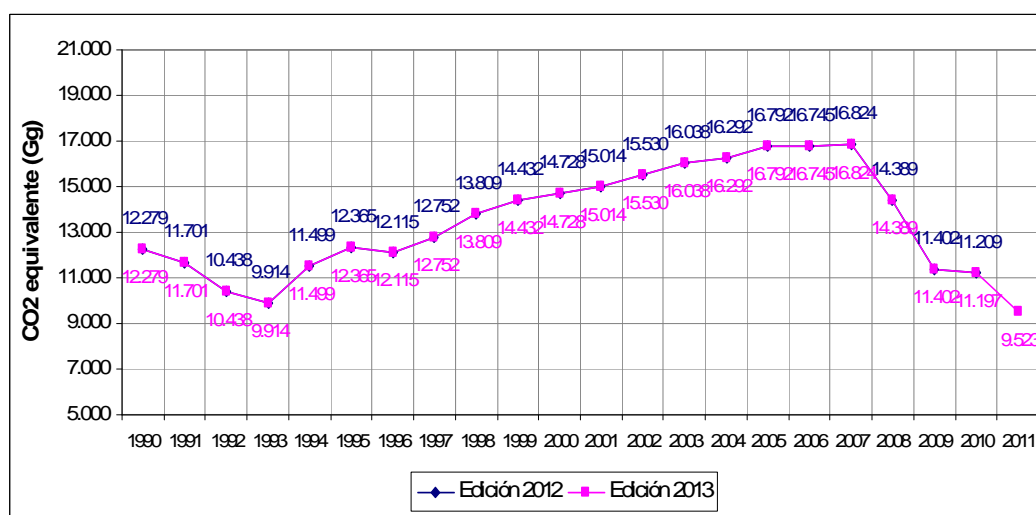
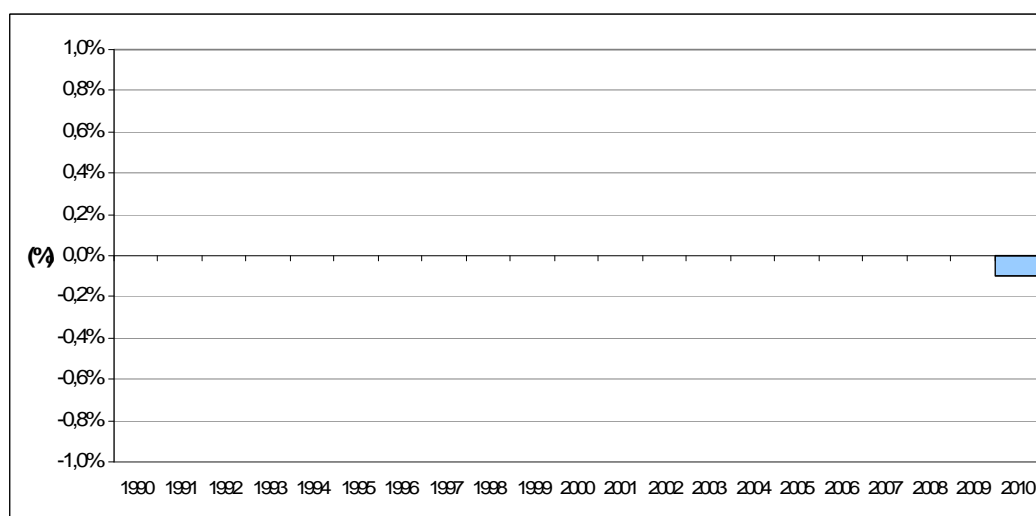


Figura 4.2.3.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012



4.2.6.- Planes de mejora

En cuanto al factor de emisión, la precisión se considera muy satisfactoria, al provenir la información de los informes de CO₂ certificado de comercio de derechos de emisión. De cara al futuro, el esfuerzo de mejora se centrará sobre la variable de actividad, tratando de obtener información individualizada por planta, información que actualmente facilita la asociación empresarial OFICEMEN de manera agregada, con desglose provincial para las plantas de una misma provincia.

4.3.- Producción de cal (2A2)

4.3.1.- Descripción de la actividad

La categoría 2A2 recoge las emisiones producidas en los procesos de descarbonatación durante la fabricación de cal y dolomía calcinada. Adicionalmente se han incorporado a esta categoría las emisiones procedentes de la producción de dolomía sinterizada (a partir del año 2006). La dolomía sinterizada se obtiene a partir de la dolomía calcinada, tras un proceso de sinterización en el que la descarbonatación es mínima (pérdida de calcinación de la materia prima, dolomía calcinada) y solamente se producen emisiones de CO₂ debidas a la combustión. La dolomía calcinada a muerte o sinterizada (*dead-burned dolomite* o *sinter dolomite*) se produce por calcinación a temperatura de 1.600 °C a 1.700 °C durante el tiempo suficiente para que se formen cristales grandes de óxido de magnesio (periclasa) y de óxido de calcio. Tiene unas especificaciones bastante estrictas, sobre todo respecto a densidad de los granos, tamaño de cristal, composición química y porosidad. La mayoría de la producción se destina a la fabricación de diversos tipos de refractarios básicos: a granel, en soleras de hornos eléctricos; en forma de ladrillos refractarios (alquitranados, aglomerados, cerámicos...), para acerías, cementeras, metalurgia del cobre y otros metales y otras industrias.

Cabe mencionar que las emisiones correspondientes a las actividades de combustión relacionadas con estos procesos se encuadran dentro de la categoría CRF 1A2f.

En la tabla 4.3.1 se muestran las emisiones de CO₂ para esta actividad, siendo este gas el que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 4.3.2 se muestran dichas emisiones en términos de CO₂-eq, que al constar esta actividad de CO₂ como única sustancia, coincide con las ya presentadas en la tabla anterior. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y sobre el sector Procesos Industriales.

Tabla 4.3.1.- Emisiones de CO₂ (Cifras en Gg)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1.146	1.290	1.484	1.624	1.818	1.702	1.477	1.584	1.468

Tabla 4.3.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	1.146	1.290	1.484	1.624	1.818	1.702	1.477	1.584	1.468
Índice CO ₂ -eq	100,0	112,6	129,5	141,7	158,7	148,5	128,9	138,3	128,1
% CO ₂ -eq sobre total inventario	0,41	0,41	0,39	0,38	0,42	0,43	0,41	0,45	0,42
% CO ₂ -eq sobre procesos industriales	4,44	4,84	4,38	4,83	5,32	5,37	5,50	5,60	5,62

4.3.2.- Metodología

La información sobre las producciones de los distintos tipos de cal y dolomía ha sido facilitada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Cales y Derivados de España (ANCADE)⁵. Adicionalmente también se ha dispuesto de información sobre producción de cal no comercializada, utilizada como producto intermedio en determinados procesos de producción, en los sectores de:

- i) fabricación de acero: la producción de cal en plantas siderúrgicas integrales facilitada por las propias plantas vía cuestionario individualizado. Esta producción de cal sólo se realizó durante el periodo 1990-1992;
- ii) producción de azúcar a partir de remolacha azucarera: para el periodo 2008-2011, la producción de cal ha sido facilitada directamente por las propias plantas vía cuestionario individualizado, habiéndose estimado la producción de cal para el periodo 1990-2007 mediante procedimientos de extrapolación en función de la producción de azúcar en dichos años;
- iii) producción de carburo de calcio: la información sobre producción de cal ha sido facilitada vía cuestionario por la única planta que fabrica cal en este sector a partir del año 2005, habiéndose realizado una estimación de la producción de cal en el periodo 1990-2004 en función de la producción de carburo de calcio y el consumo de piedra caliza del año 2005.

A continuación, se presenta en la tabla 4.3.3 la producción de cal expresada en toneladas.

Tabla 4.3.3.- Producción de cal (Cifras en toneladas)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Cal viva	1.514.116	1.510.286	1.770.707	1.860.263	2.091.075	1.908.336	1.732.151	1.838.295	1.827.284
Dolomía calcinada y sinterizada	86.790	279.827	289.721	362.415	385.890	363.723	266.144	348.104	307.572

Los factores de emisión de CO₂ propuestos en el Manual de Referencia 1996 IPCC (tabla 2.2) son de 790 y 910 kg CO₂/t de materia calcinada, según sea ésta calcita o dolomita. Sin embargo, para realizar la estimación de las emisiones correspondiente a la cal

⁵ Para las empresas no asociadas a ANCADE, las producciones son aproximadas según estimaciones realizadas por esta asociación.

comercial se ha utilizado la metodología aplicada por la propia asociación del sector de fabricación de cal (ANCADE), a partir de las cantidades de producto final (cal viva o dolomía calcinada) y el grado de pureza final de las mismas, dado que al factor de emisión de CO₂ estequiométrico por tonelada de cal viva o dolomía producida hay que añadir la corrección por el grado de pureza del producto final, es decir, el factor estequiométrico se aplica sobre las toneladas de producto una vez descartadas las impurezas.

$$\text{Emisión CO}_2 = \text{Producción (t)} \cdot \% \text{ Pureza} \cdot \text{Factor de emisión de CO}_2 \text{ estequiométrico}$$

El grado de pureza es característico de cada instalación y año de operación, mientras que el ratio estequiométrico es un valor fijo para todas las instalaciones y años (785 kg CO₂/t producto para la cal viva y 913 kg CO₂/t producto para la dolomía calcinada). Cuando no se ha podido disponer del grado de pureza de una instalación, se han aplicado los mismos grados de pureza del año más próximo para el que se dispone de esta información en la instalación en cuestión o, en su defecto, los valores estándar recomendados en "The Greenhouse Gas Protocol: a corporate accounting and reporting standard" (Octubre 2001), desarrollado por el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) y el *World Resource Institute* (WRI) (93% para la cal viva y 95% para la dolomía calcinada).

En cuanto a la dolomía sinterizada, las emisiones de CO₂ provienen, como ya se ha indicado, de la pérdida de calcinación de la materia prima (dolomía calcinada). Para estimar dichas emisiones se ha utilizado la información facilitada por cada una de las plantas fabricantes de este producto referente al porcentaje de CO₂ residual de la materia prima, es decir:

$$\text{Emisión CO}_2 = \text{Materia prima (t)} \cdot \% \text{ CO}_2 \text{ en la materia prima}$$

Según la información facilitada por las propias plantas, los %CO₂ de la materia prima (dolomía calcinada) varían entre el 3% y el 6%, por lo que las emisiones por la fabricación de este producto son de escasa importancia en esta actividad.

En las plantas de producción de azúcar procedente de remolacha tiene lugar una particularidad en la metodología de estimación de emisiones debido a las especificidades propias del proceso de producción. Los carbonatos contenidos en la materia prima introducida en el horno de cal (caliza) quedan retenidos parcialmente en un subproducto del proceso de producción, las espumas de carbonatación. En base a la información proporcionada por las plantas productoras sobre cantidad de espumas generadas y su composición, se ha calculado que aproximadamente el 90% de los carbonatos contenidos en la materia prima pasan a formar parte de la composición de la espuma de carbonatación, de modo que no resultan en emisiones de CO₂ en esta actividad⁶. Este hecho provoca que el factor de emisión en términos de t CO₂/t cal en las plantas de producción de azúcar sea

⁶ Actualmente, se está investigando el destino y aplicación de las espumas de carbonatación, con objeto de cerrar el ciclo de carbonatos que parte de la utilización de caliza en el horno de cal para la producción de azúcar. En la siguiente edición del Inventario se prevé incluir nueva información al respecto sobre emisiones por disociación de carbonatos en la aplicación de espumas de carbonatación en la agricultura (véase actividad 5(IV) "Emisiones de CO₂ por aplicación de enmiendas calizas en agricultura" de LULUCF)

más bajo que el del resto de sectores de producción de cal, como se ilustra en la tabla 4.3.4. Así, considerando la retención de carbonatos en las espumas de carbonatación, la estimación de las emisiones se ha realizado mediante un balance de masas de carbonatos, mediante el cual se obtiene el diferencial entre carbonatos introducidos el horno de cal (caliza) y carbonatos retenidos en las espumas de carbonatación. Una vez obtenida esta cantidad de carbonatos, las emisiones se calculan aplicando sobre dicha cantidad el factor de emisión de CO₂ estequiométrico (el ratio kg CO₂/CaCO₃ es específico por planta y año). Debido a la especificidad del proceso, y en particular a la gran absorción de CO₂ en las espumas de carbonatación, se propone que la actividad de producción de cal en la industria azucarera se considere como una rúbrica separada de la producción de cal en las plantas comerciales, con el objeto de no distorsionar el cálculo del factor de emisión implícito de CO₂ de estas últimas.

En el caso de la cal producida en el sector de fabricación de carburo de calcio, la estimación de las emisiones se ha realizado utilizando la cantidad de materia prima (piedra caliza) y el grado de pureza en carbonato (CaCO₃) de la piedra caliza. Una vez obtenido el contenido de carbonato, se aplica el factor de emisión de CO₂ estequiométrico por masa de carbonato (439,93 kg CO₂/t CaCO₃), es decir:

$$\text{Emisión CO}_2 = \text{Piedra caliza (t)} \cdot \% \text{ Pureza CaCO}_3 \cdot \text{Factor de emisión (t CO}_2\text{/t CaCO}_3\text{)}$$

Por último, para la fabricación de cal en la fabricación de acero, se ha optado por utilizar el factor de emisión (790 kg CO₂/t de cal) propuesto en el Manual de Referencia 1996 IPCC más arriba indicado.

En la tabla 4.3.4 se presentan los factores de emisión medios anuales obtenidos aplicando la metodología antes citada.

Tabla 4.3.4.- Producción de cal. Factores de emisión de CO₂ (t CO₂/t cal)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Cal viva	0,752	0,749	0,749	0,750	0,749	0,761	0,759	0,739	0,700
Dolomía calcinada	0,867	0,867	0,865	0,863	0,867	0,874	0,869	0,867	0,822
Dolomía sinterizada					0,036	0,037	0,035	0,035	0,038
Fabricación de azúcar	0,101	0,101	0,101	0,101	0,101	0,069	0,110	0,098	0,135
Fabricación de carburo de calcio	0,744								
Fabricación de acero	0,790								

4.3.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Para la variable de actividad, la incertidumbre se estima en un 10% teniendo en cuenta la incertidumbre existente en la cobertura de ANCADE con respecto al total del sector, y descontando del total del sector el CO₂ de origen orgánico (por ejemplo, en el procesado de la pasta de papel).

La incertidumbre de la variable de actividad incluye la consideración de la potencial existencia de producción de cal intermedia en los sectores listados a continuación (Guía Buenas Prácticas IPCC 2006, epígrafe 2.3.1.4):

- Producción de acero
- Producción de carbonato sódico
- Producción de magnesio
- Producción de fundiciones de cobre

De esta lista de actividades, se sabe con certeza que en España, no se produce magnesio ni magnesio metal; además en la actividad producción de acero, la única empresa productora cerró su horno de cal destinado a ese fin en el año 1992. Además, sobre las actividades de producción de carbonato sódico y fundiciones de cobre, no se tiene constancia de producción de cal en España. Con respecto a estas dos últimas actividades, se prevé abrir una línea de investigación para confirmar la producción efectiva en España y, en su caso, iniciar el levantamiento de información.

En cuanto al factor de emisión, se ha tomado una incertidumbre del 2% tal y como se indica en la Tabla 3.4 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 de IPCC, teniendo en cuenta que no existe producción de cal hidráulica, y habiendo asumido para la dolomía sinterizada la misma incertidumbre que para la dolomía calcinada. Este valor de incertidumbre se considera también representativo para las emisiones de CO₂ en la fabricación de cal en la industria azucarera.

Por lo que respecta a la pauta temporal, la serie se considera coherente dado que la información facilitada por ANCADE cubre todo el periodo inventariado.

4.3.4.- Control de calidad y verificación

Entre las actuaciones de control de calidad que se realizan en esta categoría, destaca el control que se realiza de la información que se recibe a través de ANCADE de los datos individualizados a nivel de planta, teniendo así en consideración las particularidades de los procesos en cada instalación, principalmente en lo concerniente al grado de pureza de los productos fabricados, permitiendo, adicionalmente, comprobar la homogeneidad temporal de la serie.

4.3.5.- Realización de nuevos cálculos

Los nuevos cálculos en esta actividad han estado motivados por la incorporación de la estimación de las emisiones originadas en la producción de cal intermedia en el sector de fabricación de azúcar procedente de la remolacha azucarera, siguiendo las recomendaciones del equipo revisor de la SCMNUCC. Adicionalmente, se han reubicado las emisiones de CO₂ originadas por la descarbonatación en la fabricación de cal en el sector de producción de carburo de calcio, que estaban incluidas dentro de la categoría 2B4 en la edición previa del inventario.

En la figura 4.3.1 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO₂-eq de la edición actual con los de la edición anterior, mientras que en la figura 4.3.2 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en la figura 4.3.2, la variación relativa de las emisiones como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados supone un incremento de las emisiones que oscila entre el 1,4% del año 2009 (21 Gg de CO₂-eq) y el 2,6% del año 1998 (34 Gg de CO₂-eq).

Figura 4.3.1.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012

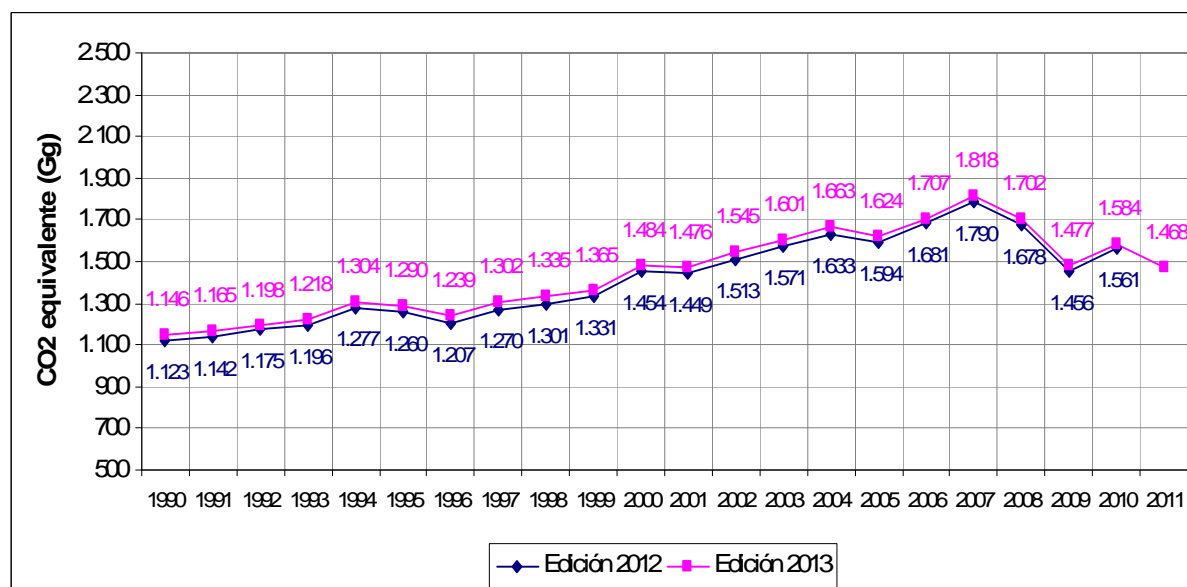
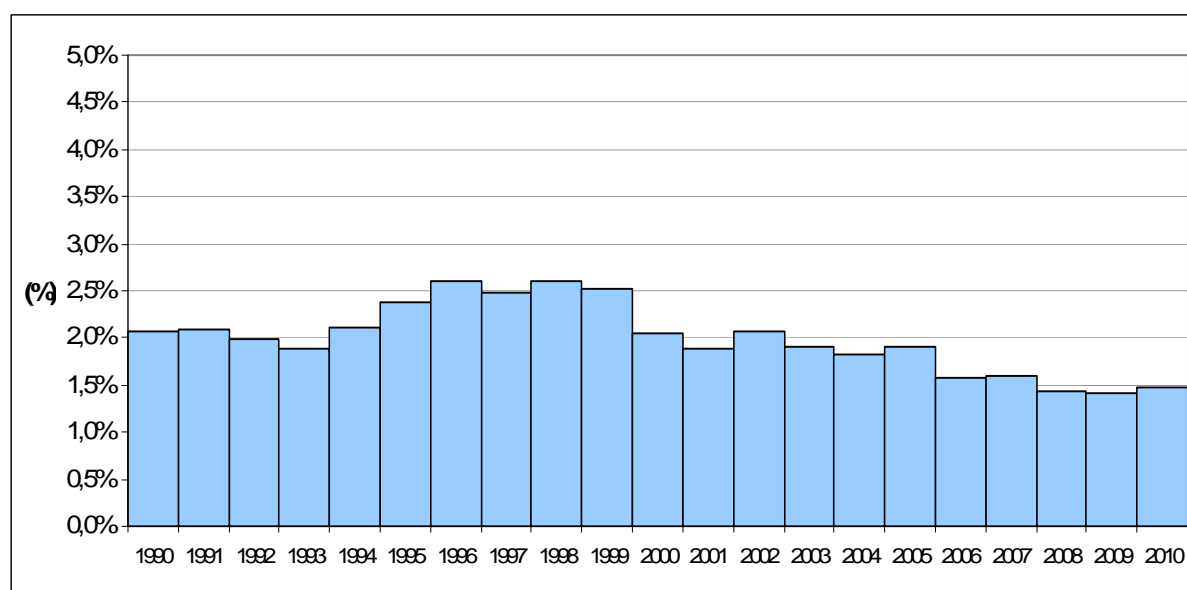


Figura 4.3.2.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012



4.3.6.- Planes de mejora

Como mejora en esta actividad, se prevé abrir una línea de investigación con respecto a la producción de cal intermedia en los sectores de producción de carbonato sódico y fundiciones de cobre (sobre los que no se tiene constancia en la actualidad) para confirmar la producción efectiva en España y, en su caso, iniciar el levantamiento de información primaria.

Adicionalmente, se está investigando con ANCADE la información suministrada para el año 2011 relativa a los datos de actividad (cal producida) y su grado de pureza, dada la existencia de valores atípicos en el parámetro de pureza reportados por algunas plantas, lo que provoca un descenso del factor de emisión implícito de CO₂ en este año⁷.

4.4.- Uso de piedra caliza y dolomita (2A3)

4.4.1.- Descripción de la actividad

En esta actividad se recogen las emisiones provenientes de la descarbonatación de la piedra caliza y dolomita consumidas en la fabricación de ladrillos y tejas, así como la utilizada para desulfuración de los gases emitidos por chimeneas en las centrales térmicas (único tipo de instalaciones de las que hasta el momento actual se tiene constancia de que utilicen esta técnica de desulfuración).

En la tabla 4.4.1 se muestran las emisiones de CO₂ para esta actividad, mientras que en la tabla 4.4.2 se muestran dichas emisiones en términos de CO₂-eq, que al constar esta actividad de CO₂ como única sustancia, coincide con las ya presentadas en la tabla anterior. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales. En la presente edición del inventario, esta actividad no constituye una fuente clave, de acuerdo con los métodos utilizados para la categorización de dichas fuentes (véase Anexo I).

Tabla 4.4.1.- Emisiones de CO₂ (Cifras en Gg)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1.005	975	1.593	1.971	1.806	1.310	671	499	667

Tabla 4.4.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	1.005	975	1.593	1.971	1.806	1.310	671	499	667
Índice CO ₂ -eq	100,0	97,0	158,5	196,1	179,6	130,4	66,8	49,7	66,4
% CO ₂ -eq sobre total inventario	0,36	0,31	0,42	0,46	0,42	0,33	0,19	0,14	0,19
% CO ₂ -eq sobre procesos industriales	3,89	3,66	4,70	5,86	5,28	4,14	2,50	1,77	2,55

⁷ Esta línea de actuación está orientada a responder de manera más precisa a la cuestión planteada a España en el ejercicio de QA/QC para la elaboración del Inventario de emisiones de la Unión Europea.

4.4.2.- Metodología

Como variable de actividad para la estimación de las emisiones se toma el consumo de piedra caliza y dolomita. Estos consumos se han obtenido del siguiente modo:

- Fabricación de ladrillos y tejas: se ha estimado el consumo de carbonato cálcico asumiendo que el 12% de la arcilla es carbonato cálcico para el periodo 1990-2005, 12,64% para el año 2006, 11,62% para el año 2007, 10,84% para el año 2008, 10,68% para el año 2009, 10,45% para el año 2010 y 10,61% para el año 2011 (información facilitada por la Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida, HISPALYT)⁸.
- Desulfuración: mediante cuestionario específico remitido a las centrales térmicas en las cuales se utiliza este tipo de técnica de reducción de las emisiones.

Cabe indicar que no se han incluido en esta categoría las emisiones de CO₂ debidas al uso de piedra caliza y dolomita como fundentes en los procesos de fabricación de acero (sinterización, hornos altos, hornos de acero), habiéndose contabilizado dichas emisiones dentro de la categoría 2C1. Tampoco se han incluido en esta categoría las emisiones de CO₂ correspondientes al uso de piedra caliza en la producción de carburo de calcio, cuyas emisiones se encuadran dentro de la categoría 2B4. Por otro lado, y siguiendo las indicaciones del Grupo de Inventarios (WG1) del Comité de Cambio Climático de la Comisión de la Unión Europea, las emisiones por la utilización de carbonato cálcico y dolomita en los diversos procesos de la industria del vidrio se incluyen dentro de la categoría 2A7, con el fin de agrupar todas las emisiones procedentes de los procesos de descarbonatación en esta industria dentro de una misma categoría. Por último, con el fin de homogeneizar las emisiones por descarbonatación en la fabricación de magnesita (al igual que en la industria del vidrio), se han ubicado también dichas emisiones dentro de la categoría 2A7.

En la tabla 4.4.3 se presenta el consumo total estimado de piedra caliza expresado en toneladas, tanto en la fabricación de ladrillos y tejas como en los procesos de desulfuración de las centrales térmicas⁹.

Tabla 4.4.3.- Consumo de piedra caliza (Cifras en toneladas)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Piedra caliza	2.284.800	2.271.236	3.654.985	4.510.472	4.133.042	3.053.383	1.577.036	1.161.995	1.617.576

⁸ Desde el año 2006 en adelante la información sobre el contenido de carbonato en las arcillas se procesa provincialmente, siendo los valores que figuran en el texto principal valores medios ponderados para el total nacional.

⁹ Debido a la inclusión de las emisiones de la descarbonatación en los procesos de fabricación de los distintos tipos de vidrio y de la magnesita dentro de la categoría 2A7, no se producen en esta categoría 2A3 emisiones por descarbonatación debidas al consumo de dolomita.

La estimación de las emisiones de CO₂ se ha realizado tomando como factor de emisión el derivado de la relación estequiométrica del carbonato cálcico (caliza). Se entiende que la información proporcionada por los distintos sectores ya descuenta el factor de impureza del mineral y se asume en general una eficiencia completa de la calcinación (estos dos últimos supuestos podrán eventualmente ser contrastados y en su caso introducidos explícitamente como factores de corrección en la fórmula del factor de emisión).

Como caso particular al uso de este factor de emisión se encuentra la estimación de las emisiones procedentes de la desulfuración de los gases emitidos en centrales térmicas. En este caso se ha dispuesto de información individualizada facilitada por las centrales térmicas que utilizan esta técnica de desulfuración, referente a los siguientes parámetros:

- Cantidad de materia prima utilizada (caliza).
- Riqueza de carbonato cálcico en la caliza utilizada (%).
- Porcentaje que se descarbonata: es el porcentaje de carbonato que se disocia generando CO₂. Este factor es específico de cada central ya que viene determinado esencialmente por la eficiencia de disociación del carbonato debida a la acción de los gases ácidos generados en la combustión de los combustibles de las centrales térmicas.

Con la información de variables y parámetros anteriores se estiman las emisiones de CO₂ como producto de la cantidad de materia prima utilizada por la fracción de riqueza de carbonato cálcico y por el porcentaje que se descarbonata, multiplicado todo ello por el factor estequiométrico de generación de CO₂ en la descarbonatación del carbonato cálcico (440 kg CO₂/t).

En la tabla 4.4.4 se muestran los factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones. En el caso de la desulfuración en centrales térmicas, se presenta el rango de factores de emisión que se obtiene a lo largo del periodo inventariado en las distintas centrales térmicas como resultado de la aplicación del algoritmo mencionado.

Tabla 4.4.4.- Uso de piedra caliza. Factores de emisión

Piedra caliza (CaCO ₃)	Factor de emisión CO ₂ (kg/t)
Ladrillos y tejas	440
Desulfuración en centrales térmicas	220 - 440

4.4.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La cuantificación de la incertidumbre para la variable de actividad se cifra en torno al 10%, teniendo en consideración que en la mayoría de los casos se trata de información específica de planta, lo que arroja un valor de incertidumbre menor que el indicado que se ve contrarrestado por la información a nivel sectorial para alguna de las aplicaciones aquí contempladas. En cuanto a la incertidumbre de los factores de emisión se asimila a la de la

fabricación de cal, la cual, según la Tabla 3.4 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, se sitúa en torno al 2%.

Como se ha comentado anteriormente, se distinguen aquí, en cuanto a la información de la variable de actividad, diversos conjuntos de agregación. Para los procesos en los que la información viene facilitada directamente a nivel de planta se considera que el requerimiento de coherencia temporal está suficientemente contrastado, y para los procesos en los que se dispone de información agregada a nivel de sector, caso de la fabricación de ladrillos y tejas, se han realizado las tareas previas de extrapolación de la muestra de plantas informantes al conjunto del total del sector, basándose en los datos de producción de la muestra y del total del sector, con lo que se consigue un buen perfil de coherencia temporal de la serie.

4.4.4.- Control de calidad y verificación

Las principales tareas de control de calidad se han referido al examen del contenido de carbonatos en las materias primas utilizadas, tarea que se ha acometido en conjunción con los equipos técnicos de las principales asociaciones empresariales de las actividades y procesos aquí considerados.

4.4.5.- Realización de nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos en esta actividad.

4.4.6.- Planes de mejora

Como línea de mejora se propone continuar los trabajos en curso de investigación de los coeficientes de riqueza de carbonato en las materias primas para poder aquilatar con mayor precisión los correspondientes factores globales de emisión, al entender que este factor de riqueza es el que puede mostrar una variabilidad más significativa. Esta mejora esta condicionada a la disponibilidad de información a nivel de planta en el sector de fabricación de ladrillos y tejas que pudiera obtenerse sobre la información de base utilizada para el cálculo del CO₂ certificado de comercio de emisiones.

4.5.- Producción de hierro y acero (2C1)

4.5.1.- Descripción de la actividad

En esta categoría se recogen las emisiones producidas en la industria siderúrgica relativas a los procesos de fabricación de sínter, arrabio y acero, con excepción de las correspondientes a los procesos de combustión con aprovechamiento energético asociados (incluidas en la categoría 1A2a). No se han incluido aquí las emisiones procedentes del proceso de fabricación de coque al haberse recogido dichas emisiones en la categorías 1A1c (combustión en los hornos de coque) y 1B1b (emisiones fugitivas en la apertura y

extinción de los hornos de coque)¹⁰. Sí se incluyen sin embargo, siguiendo las indicaciones del equipo revisor de la SCMNUCC, las emisiones procedentes de la quema de gases en antorchas sin aprovechamiento energético en las plantas siderúrgicas integrales. Asimismo se han incluido en esta categoría las emisiones de la quema de gases en antorchas en las coquerías, igualmente sin aprovechamiento energético.

En el año 1990 existían 3 plantas siderúrgicas integrales. Cada una de estas plantas disponía de hornos de sinterización, hornos altos y acerías de oxígeno básico, siendo la producción de acero en dichas plantas el 44% del total nacional (el 56% restante correspondía a acerías eléctricas, dado que en España no existen hornos de solera en el periodo inventariado). En el año 2011 sólo quedan dos de las citadas plantas integrales, careciendo una de ellas de las instalaciones de sinterización y horno alto (el arrabio necesario para la fabricación del acero se lo suministra la otra planta integral, perteneciente a la misma empresa y próxima en su ubicación geográfica), siendo en 2011 la producción de acero al oxígeno el 25% de la producción total y la producción de acero en hornos eléctricos el 75% restante.

En la tabla 4.5.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero para esta actividad, siendo el CO₂ el gas que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 4.5.2 se complementa la información anterior, expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales.

Tabla 4.5.1.- Emisiones (Cifras en Gg)

Contaminante	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂	2.428	1.189	1.658	2.039	2.039	1.962	1.723	2.081	1.539
CH ₄	1,0	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,5	0,7	0,6
N ₂ O	0,005	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,003	0,002

Tabla 4.5.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	2.451	1.205	1.675	2.055	2.056	1.977	1.734	2.096	1.553
Índice CO ₂ -eq	100,0	49,2	68,3	83,8	83,9	80,7	70,8	85,5	63,4
% CO ₂ -eq sobre total inventario	0,87	0,39	0,44	0,47	0,48	0,50	0,48	0,60	0,44
% CO ₂ -eq sobre procesos industriales	9,50	4,52	4,94	6,12	6,01	6,24	6,46	7,41	5,94

4.5.2.- Metodología

La estimación de las emisiones de CO₂ en los procesos de fabricación de sinter, arrabio y acero se ha realizado utilizando el método de nivel 2 de IPCC según el cual se realiza un balance de carbono a través del proceso de producción, evitándose de esta manera la contabilidad por partida doble de las emisiones. La elección de este método ha sido posible al disponer de balances de masa de carbono en las materias de entrada y

¹⁰ Es por este motivo por el que en la categoría 2.C.1.4 del CRF se ha utilizado una etiqueta "IE".

salida correspondientes para cada uno de los procesos encuadrados dentro de esta categoría, tal y como se describe más adelante en este mismo apartado, con distinción entre las tecnologías utilizadas en la fabricación de acero (acerías eléctricas vs. acerías de oxígeno básico), dadas las diferencias sustanciales en cuanto a la tecnología y las materias primas utilizadas en ambos tipos de plantas. En cuanto a las antorchas, la estimación de las emisiones de CO₂ se basa en el contenido de carbono de cada gas incinerado y en los factores de oxidación, tal y como se detalla más adelante en este mismo epígrafe.

En cuanto a las emisiones de CH₄, tan sólo se han estimado las correspondientes a la carga de los hornos altos y a las antorchas. Para la primera de estas actividades se ha utilizado el factor propuesto en el Manual CORINAIR¹¹ (parte 1, epígrafe 6.2.3) para el total de compuestos orgánicos volátiles de 0,2 kg/t de arrabio, con un porcentaje de CH₄ del 90% y un 10% de COVNM; mientras que para las antorchas se han aplicado factores de emisión genéricos de combustión seleccionados del Libro Guía EMEP/CORINAIR sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI (poder calorífico inferior) de cada uno de los gases incinerados.

Por último, las emisiones de N₂O que figuran en esta categoría corresponden exclusivamente a las producidas en las antorchas, y se han estimado, al igual que para el CH₄, aplicando factores de emisión genéricos de combustión sobre la variable de actividad tomados de CITEPA¹².

Como variables de actividad para la estimación de las emisiones se toman las producciones de acero, sinter y arrabio, las cuales se presentan en la tabla 4.5.3¹³, y para las antorchas las cantidades de gases incinerados expresadas en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}). Las producciones de sinter, arrabio y acero en hornos de oxígeno básico, así como los combustibles incinerados en las antorchas, han sido facilitadas directamente por cada una de las plantas siderúrgicas integrales (y por las coquerías en el caso de las antorchas ubicadas en dichas plantas). En cuanto a la producción de acero en hornos eléctricos, la información sobre producciones ha sido obtenida para los años 1990-1994 a través del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR); y para los años 1994-2011 a partir de información facilitada por la asociación empresarial Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID).

Tabla 4.5.3.- Producción de acero, sinter y arrabio (Cifras en toneladas)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Acero	13.162.544	12.817.855	15.999.504	17.842.351	18.979.255	18.562.830	14.296.283	16.217.230	15.655.078
Sinter	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Arrabio	C	C	C	C	C	C	C	C	C

C = Confidencial

¹¹ "Default Emission Factors Handbook" (1992). Second Edition. Edited by CITEPA for DG-XI CEC.

¹² CITEPA. "Facteurs d'émission du protoxyde d'azote pour les installations de combustion et les procédés industriels". Etude bibliographique. Sébastien Cibick et Jean-Pierre Fontelle. Février 2002.

¹³ Las producciones de sinter y arrabio no se presentan en la tabla 4.5.3 por ser confidencial esta información, al estar concentrada toda la producción en una única empresa.

Con relación a la cuestión sobre alternativas para desglosar la información relativa a la producción de acero sin violar la restricción de confidencialidad suscitada por el equipo revisor de la SCMNUCC que efectuó la revisión en el país (*in-country review*) realizada (17-22 de octubre de 2011) para la edición 2011 del inventario, cabe comentar aquí que, aunque efectivamente, en el caso de las acerías eléctricas el número de plantas es elevado (más de 20 en 2011) el reportar información para este bloque permitiría cuantificar el correspondiente a la producción de acero al oxígeno que se produce solo en una empresa.

A continuación se detalla, para cada uno de estos procesos, la metodología seguida para estimar las emisiones de CO₂.

a) Producción de acero en hornos de oxígeno básico

Las emisiones del CO₂ en los hornos de oxígeno básico han sido estimadas utilizando el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas a la acería, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas (esta masa de carbono diferencial por el ratio 44/12 desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en esta actividad para cada centro). La información necesaria para realizar el balance de carbono, cuya estructura se presenta en la tabla 4.5.4, ha sido facilitada vía cuestionario por las dos plantas siderúrgicas integrales existentes en la actualidad a partir del año 2000¹⁴, mientras que para el periodo 1990-1999, al no disponer de esta información, se han obtenido las emisiones totales de CO₂ en el proceso para cada planta aplicando a las toneladas de acero producidas el factor de emisión medio resultante del periodo 2000-2002.

Por último, para la tercera planta siderúrgica integral existente en el periodo 1990-1994, se han estimado las emisiones de CO₂ aplicando el factor de emisión implícito resultante del balance de carbono en el periodo 2000-2002 de una de las dos factorías actualmente en funcionamiento con instalaciones similares a las de la planta desaparecida.

¹⁴ Para los años 2005-2011 la información de ambas plantas ha sido presentada, por lo que respecta al balance de carbono de los distintos procesos realizados, de forma agregada (como una sola planta y sumando los contenidos de carbono de distintos materiales de entrada y salida, sin distinguir por tipo de proceso realizado).

Tabla 4.5.4.- Producción de acero en hornos de oxígeno básico. Balance de carbono

		Flujo de productos		Contenido de carbono		Balance de carbono	
		UNIDAD	AÑO	UNIDAD	AÑO	UNIDAD	AÑO
ENTRADA	Carga metálica						
	Chatarra de acero	t		% C		t C	
	Arrabio sólido	t		% C		t C	
	Fundentes						
	Cal gruesa	t		% C		t C	
	Dolomía cruda	t		% C		t C	
	Arrabio	t		% C		t C	
	TOTAL ENTRADA					t C	
SALIDA	Chatarra + cascarilla	t		% C		t C	
	Acero	t		% C		t C	
	Gas de acería recuperado	kNm ³		% C/Nm ³		t C	
	Gas de acería antorcha	kNm ³		% C/Nm ³		t C	
	Emisiones difusas de partículas al agua	t		% C		t C	
	Emisiones difusas de partículas al aire	t		% C		t C	
	TOTAL SALIDA					t C	
Diferencia en masa de carbono						t C	
Emisión CO₂						kt CO₂	
Factor de emisión CO₂ implícito						(kg/t acero)	

b) Producción de acero en hornos eléctricos

Para las acerías eléctricas el cómputo de las emisiones de CO₂ de proceso se realiza sobre la base de la contribución, en términos de balance de carbono, del consumo auxiliar de combustibles (carbón coquizable, antracita, mezcla de carbones, coque de petróleo, coque siderúrgico, gas natural) y de otras materias auxiliares (electrodos de grafito, dolomita,...). Para otros flujos de materiales se ha asumido que están en equilibrio en términos del balance de carbono, es decir, saldo nulo como diferencia entre las entradas (chatarra, arrabio, ferroaleaciones, carbón de afino) y las salidas (acero producido, escorias y polvos), según información técnica facilitada por UNESID. Debe tenerse en consideración la variabilidad existente a lo largo del periodo inventariado en cuanto a los tipos y calidades de los aceros producidos, cuyas características repercuten en los materiales utilizados en el proceso de fabricación, por lo que las ratios de emisión de CO₂ por tonelada de acero producido son muy variables entre plantas y años.

c) Arrabio

Para las coladas de arrabio se han estimado las emisiones del CO₂ utilizando el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas a los hornos altos, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas (esta masa de carbono diferencial elevada por el ratio 44/12 desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en esta actividad).

La información relativa al balance de carbono, que se presenta en la tabla 4.5.5, ha podido realizarse a partir del año 2000 con la información facilitada por la única planta que

realiza este proceso en estos años (véase nota 14). Para el periodo 1990-1999, al no disponer de esta información, se han obtenido las emisiones totales de CO₂ en el proceso para cada planta existente en dichos años aplicando a las toneladas de arrabio producidas el factor de emisión medio resultante del periodo 2000-2002.

Tabla 4.5.5.- Carga de hornos altos. Balance de carbono

		Flujo de productos		Contenido de carbono		Balance de carbono	
		UNIDAD	AÑO	UNIDAD	AÑO	UNIDAD	AÑO
ENTRADA	Carga mineral	t		% C		t C	
	Fundentes						
	Carbonato cálcico	t		% C		t C	
	Silicato de magnesio	t		% C		t C	
	Agentes reductores						
	Carbón de inyección	t		% C		t C	
	Coque	t		% C		t C	
	TOTAL ENTRADA					t C	
SALIDA	Polvo de botellón	t		% C		t C	
	Lodos	t		% C		t C	
	Polvo captación tolvas	t		% C		t C	
	Polvo nave colada	t		% C		t C	
	Arrabio	t		% C		t C	
	Gas de horno alto	kNm ³		g C/Nm ³		t C	
	Emisiones difusas de partículas al agua	t		% C		t C	
	Emisiones difusas de partículas al aire	t		% C		t C	
	TOTAL SALIDA					t C	
Diferencia en masa de carbono						t C	
Emisión CO₂						kt CO₂	
Factor de emisión CO₂ implícito						(kg/t arrabio)	

d) Sínter

Para estimar las emisiones totales de CO₂ en la fabricación de sinter se ha utilizado el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas al proceso de sinterización, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las materias entrantes la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas, obteniéndose una emisión de CO₂ como la masa de este carbono diferencial elevada por el ratio 44/12. De estas emisiones totales, se descuentan las imputables al consumo de combustibles (combustión) en los hornos de sinterización, imputándose a esta categoría 2C1 las emisiones restantes, evitando de esta manera la doble contabilización de emisiones.

Este balance de carbono se ha podido realizar a partir del año 2000 con información facilitada por la única planta que produce sinter en estos años (véase nota 14). Para el periodo 1990-1999, al no disponer de esta información, se han obtenido las emisiones totales de CO₂ en el proceso para cada planta aplicando, a las toneladas de sinter producidas, el factor de emisión medio resultante del periodo 2000-2002, y descontando en cada planta las emisiones correspondientes a los consumos de combustibles (combustión).

En la tabla 4.5.6 se presenta la plantilla con la información solicitada para poder realizar el balance de carbono en la fabricación de sinter.

Tabla 4.5.6.- Plantas de sinterización. Balance de carbono

		Flujo de productos		Contenido de carbono		Balance de carbono	
		UNIDAD	AÑO	UNIDAD	AÑO	UNIDAD	AÑO
ENTRADA	Mineral de hierro	t		% C		t C	
	Fundentes	t		% C		t C	
	Caliza	t		% C		t C	
	Recuperaciones	t		% C		t C	
	Polvo botellón	t		% C		t C	
	Antracita	t		% C		t C	
	Finos de coque	t		% C		t C	
	Gas de coquería	kNm ³		g C/Nm ³		t C	
	TOTAL ENTRADA					t C	
SALIDA	Sínter	t		% C		t C	
	Emisiones difusas de partículas al aire	t		% C		t C	
	TOTAL SALIDA					t C	
OTRAS SALIDAS							
	CO chimenea (no se resta)			% C		t C	
Diferencia en masa de carbono						t C	
Emisión CO₂						kt CO₂	
Factor de emisión CO₂ implícito						(kg/t sinter)	

e) Antorchas

Las antorchas en las plantas siderúrgicas integrales constituyen un tipo de proceso diferenciado. Su objetivo principal es el control de los posibles desequilibrios entre los flujos de entradas/salidas de las principales unidades de producción, esencialmente hornos altos y hornos de producción de acero. En cuanto a las coquerías, la finalidad de las antorchas es la quema del gas de coquería en el caso de eventuales averías en el circuito de dicho gas. La información de los gases quemados en antorchas (volumen y composición) se recibe a través de cuestionarios individualizados facilitados por las propias plantas, las cuales obtienen dicha información mediante una combinación de mediciones y balances de masas.

Para la estimación de las emisiones de CO₂ de las antorchas de las plantas siderúrgicas integrales y en las coquerías se da preferencia al procedimiento de cálculo que parte del contenido de carbono de cada gas incinerado, y se complementa el cálculo estequiométrico elevado a masa de CO₂ con la inclusión de los factores de oxidación (véase la ecuación [3.2.1] y la explicación con más detalle del algoritmo expuesto en el epígrafe 3.2.2). En aquellos casos en los que no se ha podido disponer de los datos necesarios para aplicar este algoritmo se han utilizado factores de emisión por defecto a partir de características estándar de los combustibles. En cuanto a las emisiones de CH₄ y N₂O, se han aplicado factores de emisión genéricos de combustión seleccionados del Libro Guía

EMEP/CORINAIR para el CH₄ y de CITEPA¹⁵ para el N₂O sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI de cada uno de los gases incinerados. En la tabla 4.5.7 se presentan los factores de emisión utilizados en la estimación de las emisiones.

Tabla 4.5.7.- Antorchas en siderurgia y en coquerías. Factores de emisión

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
G.L.P.	63,6-65 (1)	0,9	2,5
Gas de coquería	41,1-45 (1)	2,5	1,75
Gas de horno alto	242,9-293,5 (1)	0,3	1,75
Gas de acería	181,3-192,1 (1)	0,3	2,5
Gas natural	56	1,4	2,5

Fuente: Para el CH₄ Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 332, Tabla 8.2 y Capítulo 111, Tabla 27, asimilando los factores de emisión a los de las actividades contempladas en dichos capítulos.

CITEPA, para el N₂O.

(1) El rango de factores de CO₂ indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado.

4.5.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

El proceso con incertidumbre más elevada en esta fuente clave es el de la incineración en antorchas, en el que las incertidumbres se estiman en un 30% para la variable de actividad (teniendo en cuenta que algunos de los volúmenes de gas quemado en antorchas son estimados), y en un 10% para el factor de emisión (habida cuenta del conocimiento parcial sobre la composición de los gases incinerados).

Para el resto de procesos considerados se ha asumido de forma conjunta que la incertidumbre de las variables de actividad se sitúa en un 3%, y para el factor de emisión la incertidumbre, presumiblemente mayor, podría cifrarse en torno al 5%.

No obstante, relacionando la incertidumbre con la coherencia temporal, debe mencionarse que el grado de incertidumbre de la información se considera mayor en el periodo 1990-1999, por la dificultad de recopilar retrospectivamente los datos relativos a estos años. Adicionalmente, y para el caso particular de las acerías eléctricas, debe tenerse en consideración la variabilidad existente a lo largo del periodo inventariado en cuanto a los tipos y calidades de los aceros producidos, cuyas características repercuten en los materiales utilizados en el proceso de fabricación, por lo que las ratios de emisión de CO₂ por tonelada de acero producido son variables entre plantas y años.

4.5.4.- Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría debe destacarse el seguimiento que se realiza del margen de oscilación interanual del contenido de carbono emitido como CO₂ con respecto al carbono de entradas y salidas. Ante la presencia eventual

¹⁵ CITEPA. "Facteurs d'émission du protoxyde d'azote pour les installations de combustion et les procédés industriels". Etude bibliographique. Sébastien Cibick et Jean-Pierre Fontelle. Février 2002.

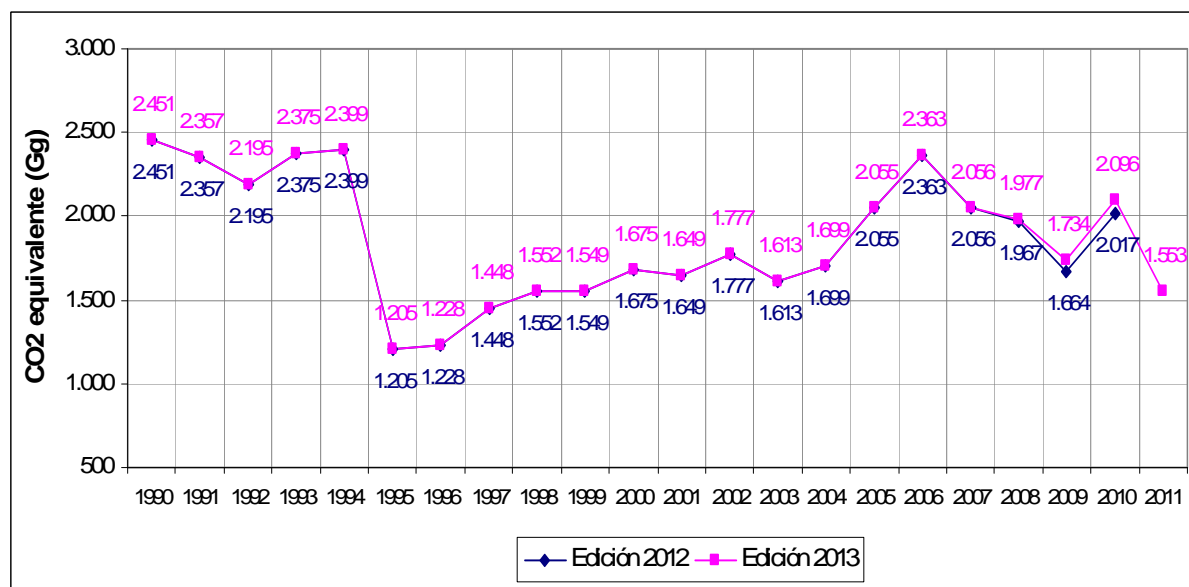
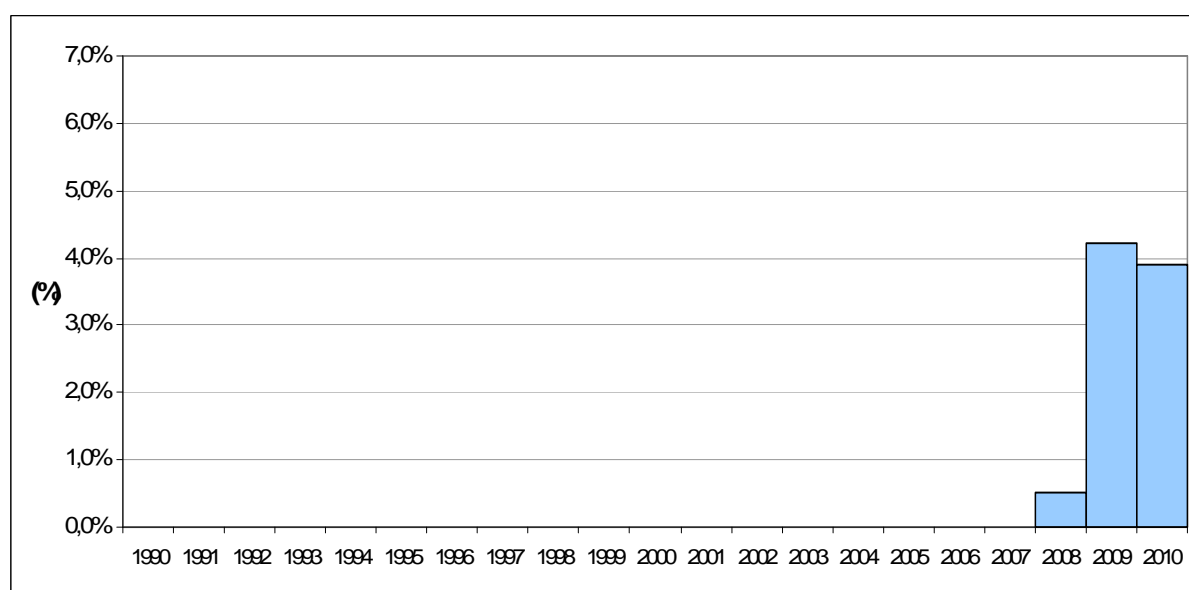
de valores atípicos en un año se investiga, con las plantas del sector o con la propia asociación, las causas de su aparición y sus posibles justificaciones, efectuando en su caso las correcciones oportunas.

4.5.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se describen los nuevos cálculos realizados en esta categoría de actividades en la presente edición del inventario.

- Para los años 2008-2010 se ha modificado en las plantas siderúrgicas integrales la estimación de las emisiones de CO₂ producidas en el proceso de fabricación de coque (excluidas las debidas a la quema de combustibles en los hornos de coque), emisiones que se recogen en la categoría 1.B.1.b, a la luz de la nueva información recabada en dicho proceso. Al cuadrar el balance de carbono de dichas plantas, como se ha explicado anteriormente en la metodología utilizada para la estimación de las emisiones en estos tres años (la información relativa al balance de carbono de las dos plantas siderúrgicas integrales se presenta de forma agregada (véase nota 14 en la página 4.1)), esta modificación afecta a la estimación de las emisiones de CO₂ de todos los procesos de las plantas siderúrgicas integrales.
- Adicionalmente, para los años 2008-2010 se han revisado las características (poder calorífico inferior, contenido de carbono) del gas de coquería quemado en las antorchas de las plantas siderúrgicas integrales. Al igual que ocurre con el cambio descrito en el punto anterior, esta modificación afecta a las emisiones de CO₂ de todos los procesos de las plantas siderúrgicas integrales en los años 2008-2010.

En la figura 4.5.1 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO₂-eq de la edición actual con los de la edición anterior, mientras que en la figura 4.5.2 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO₂-eq supone, como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en las emisiones de CO₂-eq en este conjunto de actividades, incrementos del 0,5% (10 Gg de CO₂-eq) en el año 2008, del 4,2% (70 Gg de CO₂-eq) en 2009 y del 3,9% (79 Gg de CO₂-eq) en 2010.

Figura 4.5.1.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012**Figura 4.5.2.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012**

4.5.6.- Planes de mejora

En este sector se continúa con el plan de mejora en la recogida de la información de base de las acérías eléctricas, y con la revisión de la metodología de balance neto de CO₂ a partir de los contenidos de carbono de materiales entrantes y salientes. En este sentido se prevé, con relación a la estimación de la presente edición, computar la contribución que

aporten a las emisiones las ferroaleaciones incorporadas como entradas al proceso (que hasta ahora se consideraba que formaban parte del balance neutro de entradas y salidas)

4.6.- Procesos industriales (2 excepto 2A1, 2A2, 2A3 y 2C1)

4.6.1.- Descripción de la actividad

Esta es una partida heterogénea de actividades que agrupa, por lo que respecta a las emisiones de CO₂, las actividades correspondientes a procesos industriales con la excepción de la fabricación de cemento (categoría 2A1) y cal (categoría 2A2), el uso de piedra caliza y dolomita (categoría 2A3)¹⁶ y los procesos en la producción de hierro y acero (categoría 2C1), categorías todas ellas descritas en su apartado correspondiente. Entre la relación de actividades consideradas cabe destacar, por su importancia en las emisiones de CO₂, la producción y el uso de carbonato sódico, la fabricación de amoníaco, la producción de carburos, la producción de ferroaleaciones y de silicio metal, la producción de aluminio y los procesos de descarbonatación en la industria del vidrio, en la fabricación de revestimientos y pavimentos cerámicos así como en la fabricación de magnesita.

En la tabla 4.6.1 se muestran las emisiones de CO₂ (exclusivamente), al conferir este gas la naturaleza de fuente clave al conjunto de actividades mencionadas. En la tabla 4.6.2 se presenta, asimismo, el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de dichas emisiones y las contribuciones de las emisiones de CO₂ de esta categoría sobre el total de emisiones de CO₂-eq del inventario y del sector Procesos Industriales respectivamente.

Tabla 4.6.1.- Emisiones de CO₂ (Cifras en Gg)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
2.738	3.057	3.270	3.708	3.692	3.556	2.613	3.368	3.625

Tabla 4.6.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	8.931	10.838	14.407	11.166	11.683	12.308	11.579	12.894	12.916
Índice CO ₂ -eq	100,0	121,3	161,3	125,0	130,8	137,8	129,6	144,4	144,6
% CO ₂ -eq sobre total inventario	3,16	3,47	3,80	2,58	2,70	3,09	3,19	3,70	3,69
% CO ₂ -eq sobre procesos industriales	34,60	40,63	42,51	33,22	34,17	38,84	43,10	45,61	49,44

¹⁶ El uso de piedra caliza y dolomita en los sectores de fabricación de vidrio y de magnesita no están contemplados en la categoría 2A3, sino que han sido incluidos en la categoría 2A7 (véase epígrafe 4.4)

4.6.2.- Metodología

a) Producción y uso de carbonato sódico

En España existe tan sólo una planta de fabricación de carbonato sódico, la cual usa el proceso Solvay. Las cifras de producción han sido facilitadas directamente por la propia planta.

De acuerdo con el Manual de Referencia 1996 IPCC (apartado 2.6.1), las emisiones de CO₂ asociadas al proceso de fabricación Solvay son nulas si se realizan bajo condiciones estequiométricas, como se desprende de la observación del balance neto general del conjunto de reacciones que lleva este proceso, y que puede expresarse según la reacción siguiente:



Sin embargo, el proceso real no se efectúa en estas condiciones, sino en condiciones de exceso de producción de CO₂, que según la citada referencia procede del consumo (no energético) de coque metalúrgico. Este consumo de coque metalúrgico debe ser descontado de las emisiones potenciales del coque energético para no incurrir en doble contabilización. El valor del factor de emisión para la producción de carbonato sódico, ha sido facilitado por la propia planta de producción. Sin embargo, por motivos de confidencialidad se omite la presentación de este factor ya, que con las emisiones podría inferirse las cifras de producción que la empresa mantiene como confidenciales.

En cuanto al uso de carbonato sódico, se ha tomado como variable de actividad el consumo aparente de este producto y como referencia para el factor de emisión el dato que figura en el epígrafe 2.6.2 del Manual de Referencia 1996 IPCC de 415 kg CO₂/tonelada de carbonato sódico. No se incluye en la categoría 2A4 el uso de carbonato sódico en la industria del vidrio, ya que las emisiones de CO₂ procedentes de los procesos de descarbonatación en esta industria se han ubicado en la categoría 2A7 (Productos Minerales: Otros).

b) Productos Minerales: Otros

La estimación de las emisiones de esta actividad se ha llevado a cabo utilizando la metodología por defecto del Manual de Referencia 1996 IPCC de aplicación de un factor de emisión por unidad de material producido o consumido. En general, la variable de actividad utilizada en los procesos aquí considerados es la cantidad de carbonatos y agentes reductores utilizados en los procesos de fabricación de los distintos tipos de vidrio y en la fabricación de magnesita. En concreto, la información sobre estos consumos se ha obtenido del siguiente modo:

- Fabricación de vidrio: mediante información facilitada vía cuestionario por las propias plantas del sector a través de la asociación empresarial Vidrio España, habiéndose realizado estimaciones mediante procedimientos de interpolación en aquellos años y sub-sectores de fabricación de vidrio para los que no se disponía de información al respecto; y para la fabricación de fritas de vidrio, a partir de información facilitada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colores Cerámicos

(ANFFECC) sobre emisiones de CO₂ debidas a la descarbonatación, bajo el supuesto de que dichas emisiones proceden en un 50% por el uso de carbonato cálcico y en otro 50% por el uso de carbonato sódico.

- Fabricación de magnesitas: mediante cuestionario individualizado a las dos plantas productoras.

La excepción a esta variable de actividad la constituye el proceso de fabricación de revestimientos y pavimentos cerámicos, en el que las emisiones de CO₂ se producen como consecuencia de la descarbonatación de las arcillas utilizadas como materia prima básica del proceso. En este caso la variable de actividad considerada ha sido la producción de baldosas, distinguiendo entre las baldosas porosas y no porosas. Esta distinción viene motivada por el hecho de que las baldosas porosas necesitan el uso de arcillas con una mayor proporción de carbonatos con el fin de conseguir la porosidad del soporte. Los datos sobre producción de cada tipo de baldosas han sido facilitados por la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos, Pavimentos y Baldosas Cerámicas (ASCER).

En la tabla 4.6.3 se presentan las cantidades consumidas de los distintos carbonatos y agentes reductores en la fabricación de vidrio y de magnesita, así como las producciones de baldosas según los tipos considerados¹⁷.

Tabla 4.6.3.- Otros productos minerales. Producciones y consumos (Cifras en Gg; miles de m² para las baldosas)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Producciones									
Baldosas porosas	100.900	176.314	231.160	237.181	241.315	204.500	133.900	150.000	162.000
Baldosas no porosas	100.900	182.486	346.640	372.019	343.385	290.700	190.500	216.000	230.000
Consumos									
Carbonato cálcico	291,2	330,6	420,5	389,6	405,6	389,0	310,8	321,7	335,3
Dolomita	182,4	237,2	268,7	314,4	302,9	277,1	242,2	304,7	290,3
Carbonato de sodio	425,4	491,7	612,0	640,5	639,5	576,5	508,1	543,4	545,8
Carbonato de bario	1,5	1,7	1,8	0,8	0,6	0,6	0,3	0,8	1,4
Carbonato de litio	-	-	-	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Carbonato de potasio	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,3	0,4	0,3
Carbonato de magnesio	317,2	436,2	406,1	463,5	478,1	481,3	459,1	546,3	539,9
Carbonato de hierro	4,0	4,6	4,7	4,6	4,4	4,0	5,0	3,9	4,0
Carbón	0,0	0,1	0,1	0,6	0,9	1,2	1,5	1,2	1,1
Bloques aglomerados ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5
Escoria	-	-	-	-	-	-	-	-	2,9
Urea	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,6

Nota.- Para las baldosas se presenta el dato expresado en miles de m² tal y como lo informa la fuente original.

- (1) Los bloques aglomerados son aglomerados sólidos formados fundamentalmente por vidrio reciclado, lana de roca y cemento, que dan consistencia a la mezcla.

Para cada uno de los tipos de carbonato utilizados, así como para la urea, se obtiene el factor de emisión de CO₂ a partir de su composición molecular correspondiente. En el caso del uso de carbón como agente reductor, el factor de emisión de CO₂ depende del contenido de carbono en el carbón, por lo que se presenta el rango de factores a lo largo del periodo inventariado. Para los bloques aglomerados y la escoria, los factores de emisión han sido facilitados por las plantas que utilizan estos materiales y están basados en la

¹⁷ La producción de baldosas se expresa en miles de m².

determinación del contenido de carbonatos derivados de ensayos analíticos de dichos materiales. Por último, por lo que a la producción de baldosas se refiere, los factores de emisión utilizados han sido propuestos por ASCER.

Tabla 4.6.4.- Otros productos minerales. Factores de emisión de CO₂

	Factor	Unidad
Por producción		
Baldosas porosas	735	kg/miles m ²
Baldosas no porosas	87,5	kg/miles m ²
Por consumo		
Carbonato cálcico	439,930	kg/t
Dolomita	477,563	kg/t
Carbonato de sodio	415,230	kg/t
Carbonato de bario	223,016	kg/t
Carbonato de litio	595,603	kg/t
Carbonato de potasio	318,437	kg/t
Carbonato de magnesio	522,238	kg/t
Carbonato de hierro	452,817	kg/t
Carbón	3.023 – 3.664	kg/t
Bloques aglomerados	115	kg/t
Escoria	11	kg/t
Urea	733,333	kg/t

c) Producción de amoníaco

Para esta actividad se ha podido disponer de la producción de amoníaco en cada una de las plantas existentes en España, la cual se presenta en la tabla 4.6.5. En el año 1990 existían cuatro plantas de fabricación de amoníaco, quedando únicamente dos plantas en activo en el año 2011.

Tabla 4.6.5.- Producción de amoníaco (Cifras en toneladas)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
572.985	550.597	534.028	541.812	525.835	421.995	408.754	526.394	559.846

En una de las plantas, existente entre los años 1990 y 1996, el proceso de fabricación era por síntesis directa del amoníaco, realizándose dicha síntesis en circuito cerrado sin reformado, con hidrógeno puro y nitrógeno puro por destilación fraccionada del aire. Es por ello por lo que en dicha planta no se producían emisiones de CO₂.

Para las restantes plantas actualmente en funcionamiento se dispone de información individualizada a nivel de planta, recabada mediante cuestionario individualizado, sobre las siguientes variables¹⁸:

¹⁸ No se presentan los datos sobre estas variables dado que son de carácter confidencial, al corresponder dichos datos a una sola empresa.

Producción de amoníaco (t)	
Producción de urea (t)	
Consumo de gas natural (MWh PCS) ⁽¹⁾	
Consumo de gas de refinería (t) ⁽¹⁾	
Consumo de nafta (t) ⁽¹⁾	
CO ₂ producido (t)	
CO ₂ consumido (t)	
CO ₂ vendido (t)	
CO ₂ emitido directamente (t)	

(1) Consumo de combustible realizado como materia prima en el proceso de fabricación, y, por tanto, considerado como consumo no energético.

No se ha podido disponer sin embargo de los consumos de gas natural, nafta o gas de refinería utilizados como materia prima en el proceso de fabricación hasta el año 2004, por lo que la elección del método de estimación está determinada por esta circunstancia.

Aunque desde un punto de vista estricto las emisiones generadas en cada planta corresponden con los valores de la fila “CO₂ emitido directamente”, se ha seguido un procedimiento conservador y se ha calculado la emisión a partir de los datos de la fila “CO₂ producido”, dado que no se ha podido hacer un seguimiento de las emisiones que corresponderían al uso de la urea que tendría asociado el valor de la fila “CO₂ consumido”, y al uso de las ventas que tendría asociado el valor de la fila “CO₂ vendido”. En la próxima edición del inventario, se prevé hacer un seguimiento de estas dos partidas de CO₂ externas a la propia producción de amoníaco para imputar a ésta únicamente la partida de CO₂ emitido directamente.

Por ello se ha aplicado a las toneladas de amoníaco producidas los factores de emisión facilitados por las propias plantas en cada año. Estos factores se sitúan en el rango 1.009-1.308 kg CO₂/tonelada de amoníaco si se utiliza gas natural y en el rango 1.420-1.430 kg CO₂/tonelada de amoníaco si se utiliza nafta/gas de refinería.

d) Producción de carburos

Para el carburo de silicio sólo hay dos plantas de fabricación en España (ambas pertenecientes a la misma empresa), y la producción ha sido facilitada por las propias plantas productoras. En cuanto al carburo de calcio (con tres plantas de fabricación en 1990 y dos en el resto del periodo inventariado¹⁹), los datos de producción se han tomado de la publicación “La Industria Química en España” para los años 1990-2002 y de la publicación “Anuario de Ingeniería Química” para los años 2003 y 2004, mientras que a partir del año 2005 la información ha sido facilitada directamente por las propias plantas productoras. En la tabla 4.6.6 se muestran los datos de producción (la información correspondiente al carburo de silicio es confidencial y la correspondiente al carburo de calcio lo es a partir de 2005).

Tabla 4.6.6.- Producción de carburos (Cifras en toneladas)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Carburo de silicio	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Carburo cálcico	43.604	43.600	36.420	C	C	C	C	C	C

C = Confidencial

¹⁹ Una de estas dos plantas no tuvo producción de carburo de calcio en los años 2009-2011.

Para el carburo de silicio se ha podido disponer a partir del año 2008, en cada una de las plantas, de la información sobre el consumo de coque de petróleo, el contenido de carbono de dicho coque de petróleo y el porcentaje de carbono retenido en el producto. Con esta información, se ha obtenido la emisión de CO₂ correspondiente a los años mencionados mediante balance masas, en lugar de la aplicación de un factor de emisión por defecto. Para el periodo 1990-2007, en el que la información se limita a la producción de carburo de silicio, las emisiones se han estimado mediante la aplicación del factor de emisión implícito de CO₂ obtenido para el año 2008.

En cuanto al carburo de calcio, las emisiones de CO₂ han sido estimadas utilizando el balance de masa de carbono entre las entradas y las salidas al proceso de fabricación, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas (cal y otros agentes reductores tales como coque siderúrgico y coque de petróleo) la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas (carburo de calcio, lodos). Esta masa de carbono diferencial por el ratio 44/12 es la que desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en cada uno de los centros. Asimismo, se han incorporado las emisiones de CO₂ por el consumo de electrodos en una de las plantas. La información necesaria para la realización de este balance de carbono ha sido facilitada para el periodo 2005-2011 vía cuestionario por cada una de las plantas existentes en dicho periodo, habiéndose homogeneizado la estimación de las emisiones para el periodo 1990-2004 mediante la aplicación en dichos años de factores de emisión implícitos en cada planta a partir de la información facilitada para el año 2005²⁰.

No obstante, se omite la presentación de los factores de emisión por motivos de confidencialidad, ya que con las emisiones podrían inferirse las cifras de producción que las empresas mantienen como confidenciales.

e) Ferroaleaciones

La metodología utilizada para la estimación de las emisiones de las ferroaleaciones es la propuesta por defecto por IPCC, es decir, la aplicación de un factor de emisión al volumen de producción de cada tipo de ferroaleación. Estas producciones, que se muestran en la tabla 4.6.7, han sido facilitadas por las propias plantas productoras.

Tabla 4.6.7.- Producción de ferroaleaciones (Cifras en toneladas)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Ferrosilicio	37.589	38.131	49.961	64.166	66.561	69.105	32.011	67.794	68.880
Ferromanganeso	49.512	57.368	90.396	154.771	152.201	170.935	26.931	117.120	103.154
Silicomanganeso	55.091	88.607	141.226	142.903	162.194	151.884	82.179	154.207	173.606

Para la estimación de las emisiones de CO₂ se ha dispuesto, para el periodo 2005-2011, de balances de masa de carbono entre las entradas y salidas a cada uno de los

²⁰ Para la tercera planta existente en el año 1990 la estimación de las emisiones de CO₂ se ha realizado mediante la aplicación del factor de emisión propuesto en la sección 2.11.2 del Manual de Referencia 1996 IPCC de 1,8 t CO₂/tonelada de carburo cálcico, dado que no se dispone de información sobre consumo de agentes reductores en dicha planta.

procesos, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en la salida (esta masa de carbono diferencial por el ratio 44/12 desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en esta actividad), pudiéndose distinguir en dichos balances entre las emisiones de CO₂ de origen fósil y las de origen biogénico. La información relativa a estos balances ha sido facilitada vía cuestionario por las propias plantas para cada uno de los procesos de fabricación de ferroaleaciones realizados, dada la variabilidad de las materias primas utilizadas y de los productos obtenidos. Para el periodo 1990-2005, en el que no se ha podido disponer de dichos balances, se han obtenido factores de emisión específicos para cada planta y producto mediante procedimientos de extrapolación a partir de la información de los balances de carbono del año 2005. En la tabla 4.6.8 se presenta la información sobre los factores de emisión implícitos de CO₂ para cada uno de los tipos de ferroaleaciones.

Tabla 4.6.8.- Producción de ferroaleaciones. Factores de emisión implícitos de CO₂ (kg CO₂/t de producto)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Ferrosilicio	3.448	3.471	3.460	3.620	3.613	3.607	3.600	3.722	3.624
Ferromanganeso	1.186	1.237	973	1.087	964	1.078	340	842	867
Silicomanganeso	1.761	1.707	1.694	1.644	1.654	1.632	1.772	1.749	1.825

f) Producción de aluminio

La metodología de estimación de las emisiones de CO₂ (así como las de PFC) en la fabricación de aluminio se detalla en el epígrafe 4.8

g) Producción de silicio

Dado que en esta actividad tan sólo se ha podido disponer de la producción de silicio metal, se ha utilizado la metodología por defecto propuesta en el Manual de Referencia 1996 IPCC para la estimación de las emisiones de CO₂ (aplicación de un factor de emisión sobre la variable de actividad, producción de silicio metal). El dato de producción, que se presenta en la tabla 4.6.9, ha sido facilitado directamente por la única planta fabricante de este producto.

Tabla 4.6.9.- Producción de silicio metal (Cifras en toneladas)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
12.060	18.820	29.092	37.043	35.843	37.579	13.178	31.624	37.872

Para realizar la estimación de las emisiones de CO₂ se ha utilizado el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas al proceso, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en la salida (esta masa de carbono diferencial por el ratio 44/12 desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en esta actividad). La información necesaria para realizar el balance de carbono, cuya estructura se presenta en la tabla 4.6.10, ha sido facilitada vía cuestionario para el periodo 2005-2010 por la única planta

fabricante de silicio, habiéndose realizado una extrapolación de dicho balance para los restantes años del periodo inventariado en los que no se disponía de esta información.

Tabla 4.6.10.- Producción de silicio metal. Balance de carbono

	Toneladas (base húmeda)	% Humedad	% Carbono (base seca)	Toneladas de Carbono	Toneladas de CO ₂
ENTRADAS					
Minerales (especificar)					
Escorias					
Agentes reductores					
Hulla					
Antracita					
Coque metalúrgico					
Coque de petróleo					
Madera					
Otros agentes reductores (especificar)					
Fundentes					
Piedra caliza					
Dolomía					
Otros fundentes (especificar)					
Pasta electrodos					
Electrodos de grafito					
Otras materias primas (especificar)					
SALIDAS					
Producto					
Silicio					
Humo de sílice					
Silicio de baja ley					
Corriente de salida no producto					
Residuo					
Lavado de humo					
Inquemados separados por los ciclones / radiclones previos					
Otros (especificar)					
Diferencia en masa de carbono (t C) (Entradas - Salidas)					
Emisiones de CO₂ (toneladas)					
<i>De origen fósil</i>					
<i>De origen biogénico</i>					

Como puede observarse, a partir de esta información se tiene acceso al uso no energético de combustibles fósiles como agentes reductores, lo que permite descontar dicho consumo del realizado en el sector energético, evitando así la doble contabilización de las emisiones asociados al uso de dichos combustibles.

Finalmente, en la tabla 4.6.11 se presenta la información sobre los factores de emisión implícitos en la estimación de las emisiones de CO₂ de esta actividad²¹.

Tabla 4.6.11.- Producción de silicio metal. Factores de emisión de CO₂ (kg/t silicio)

1990-2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
4.971,6	4.847,2	4.761,9	4.888,0	4.845,8	4.842,3	4.682,4	4.934,0	4.777,45

4.6.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Cada una de las actividades reseñadas en este epígrafe tiene sus incertidumbres asociadas a variables de actividad y factores de emisión. No obstante, a nivel global, se estima que la incertidumbre asociada a la combinación de variables de actividad se sitúa en torno al 10%, mientras que para la combinación de factores de emisión de CO₂ la incertidumbre se situaría en torno al 30%.

Por lo que a la coherencia temporal se refiere, se ha realizado un seguimiento detallado de los procesos aquí mencionados para asegurar la homogeneidad de las series de variables de actividad utilizadas. En cuanto a los factores de emisión, se consideran representativos, bien sea porque provengan del análisis de información detallada por planta, o por basarse en cálculos estequiométricos.

4.6.4.- Control de calidad y verificación

En cuanto a las actividades de control de calidad, destacan los procedimientos adoptados para controlar la información de manera individualizada a nivel de planta y tener así en consideración las particularidades que hubiera en cada instalación.

En el sector de fabricación de vidrio, se dispone desde el año 2003 de información individualizada a nivel de planta, realizándose un contraste de los datos relativos a los consumos de los distintos tipos de carbonatos y agentes reductores comprobando la homogeneidad temporal tanto de las cantidades facilitadas como de los tipos de carbonatos consumidos. Este mismo control se realiza en los procesos de fabricación de magnesitas, donde también se dispone de cuestionario individualizado de cada una de las plantas (en este caso para todo el periodo analizado).

En la producción de carburos, tanto de calcio como de silicio, se realiza una comparación, entre plantas que producen un mismo tipo de carburo, de los balances de masas utilizados en la estimación de las emisiones de CO₂, para poder así detectar posibles anomalías en los valores facilitados de dichos balances.

En cuanto a la producción de ferroaleaciones y de silicio metal, la información se recaba asimismo a nivel de planta, contrastando la homogeneidad de los factores de

²¹ El factor de emisión por defecto propuesto por IPCC es de 4.300 kg CO₂/tonelada de silicio metal (Sección 2.13.4.2, Tabla 2.15, del Manual de Referencia 1996 IPCC)

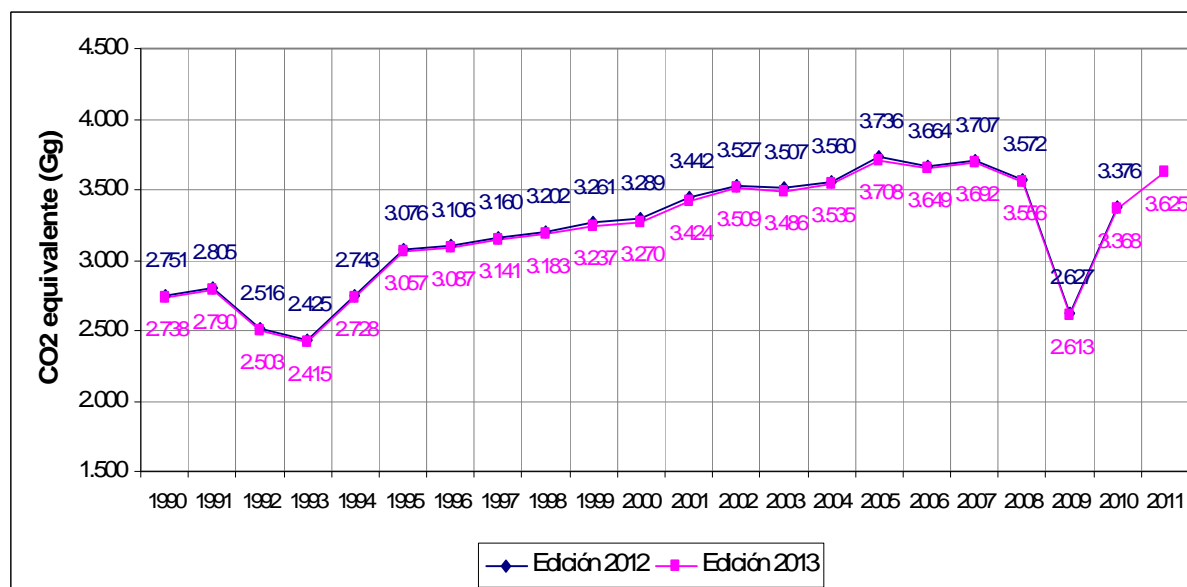
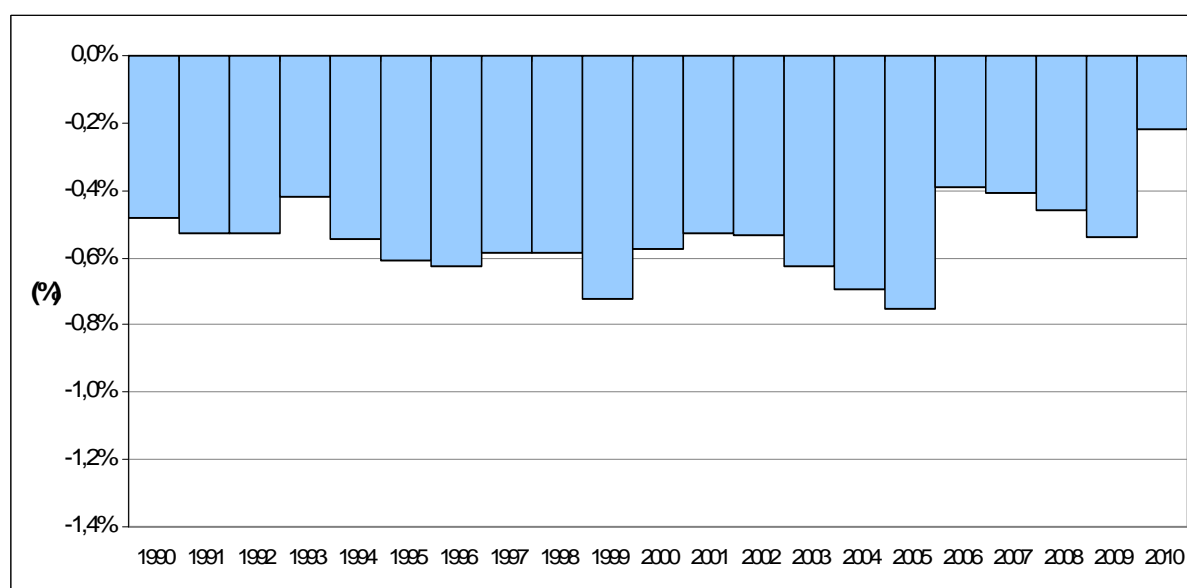
emisión implícitos suministrados por las propias plantas a lo largo del periodo analizado para cada uno de los productos.

4.6.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se describen los cambios realizados en la estimación de las emisiones de este conjunto de actividades.

- Se ha revisado la producción de baldosas no porosas del año 2010 (categoría 2A7) tras haberse detectado la introducción incorrecta de dicha producción en la base de datos.
- Para el año 2010, se han revisado los consumos de carbonato cálcico, dolomita y carbonato sódico en una planta de fabricación de vidrio (categoría 2A7) de acuerdo con la información actualizada facilitada por la propia planta. Adicionalmente, en esta misma planta, se ha incluido la estimación de la emisión de CO₂ correspondiente al uso de urea como agente reductor en 2010, del cual no se había informado en la edición previa del inventario.
- En la producción de carburo de calcio (categoría 2B4), se ha revisado la estimación del balance de carbono de una de las plantas fabricantes de este producto para todo el periodo 1990-2010, de acuerdo con la nueva información aportada por la propia planta. Adicionalmente, en esta misma planta, las emisiones de CO₂ originadas por la descarbonatación en la fabricación de cal, que estaban incluidas dentro de la actividad de producción de carburo de calcio en la edición previa del inventario, se han reubicado en la categoría 2A2 (producción de cal).
- En la producción de ferroaleaciones (categoría 2C2) se ha revisado la estimación de las emisiones de CO₂ para todo el periodo 1990-2010, a partir de la información suministrada sobre balances de masa de carbono del periodo 2005-2010.
- Para la producción de silicio (categoría 2C5) se ha revisado la estimación de las emisiones de CO₂ mediante la utilización de balances de masa de carbono entre las materias de entrada y salida al proceso.

En la figura 4.6.1 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO₂ (gas que confiere a este conjunto de actividades su naturaleza de clave) de la edición actual con los de la edición anterior, mientras que en la figura 4.6.2 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO₂ como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en este conjunto de actividades supone descensos que oscilan entre el -0,75% del año 2005 (28 Gg de CO₂) y el -0,22% del año 2010 (7 Gg de CO₂).

Figura 4.6.1.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012**Figura 4.6.2.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012**

4.6.6.- Planes de mejora

Se pretende continuar con el seguimiento individualizado, a nivel de planta y proceso, de los flujos de entradas y salidas para el cálculo del balance de carbono. Actualmente, se sigue investigando la homogeneidad de la evolución temporal del factor de emisión implícito que se obtiene en las plantas de fabricación de carburo de calcio, como consecuencia de la variabilidad de dicho factor de emisión que se detecta en los últimos años.

Adicionalmente, en el curso del último año, se ha avanzado significativamente en el conocimiento de la composición fósil/no fósil de los consumos no energéticos en los sectores de fabricación de ferroaleaciones y silicio metal, habiéndose abierto un contacto directo sobre el tema con cada una de las plantas (todas ellas pertenecientes a la misma empresa). De cara al futuro, se prevé continuar con esta vía de información directa y específica de planta en este sector.

4.7.- Producción de ácido nítrico (2B2)

4.7.1.- Descripción de la actividad

El método más utilizado de obtención de ácido nítrico es el de la oxidación catalítica del amoníaco con oxígeno o aire. Se forma óxido nítrico (NO), que es oxidado a dióxido de nitrógeno (NO₂), y éste se combina con agua y oxígeno para dar ácido nítrico con una concentración que oscila entre el 50% y el 70% en peso ("ácido débil"). Para la producción de ácido nítrico altamente concentrado (98% en peso), se produce el NO₂ de la misma forma descrita anteriormente, siendo absorbido en ácido altamente concentrado, destilado, condensado y finalmente convertido en ácido nítrico altamente concentrado a alta presión mediante la adición de una mezcla de agua y oxígeno puro.

Existen tres tipos de proceso en función de la presión de trabajo: baja (< 1,7 bares), media (1,7-6,5 bares) y alta presión (> 8 bares). En España había en 1990 trece plantas de fabricación de ácido nítrico (cuatro de baja presión, cinco de media presión, dos de alta presión y dos plantas que utilizaban los procesos de baja y media presión), mientras que en 2011 quedan cuatro plantas de fabricación de ácido nítrico (una de baja presión, dos de media presión y una planta que utiliza los procesos de baja y de media presión).

En la tabla 4.7.1 se muestran las emisiones de N₂O para esta actividad, siendo este gas el que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 4.7.2 se muestran dichas emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales.

Tabla 4.7.1.- Emisiones de N₂O (Cifras en Gg)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
9,0	6,9	6,7	4,7	3,2	3,2	2,9	1,6	0,8

Tabla 4.7.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	2.800	2.144	2.076	1.449	995	988	895	504	258
Índice CO ₂ -eq	100,0	76,6	74,2	51,7	35,5	35,3	32,0	18,0	9,2
% CO ₂ -eq sobre total inventario	0,99	0,69	0,55	0,33	0,23	0,25	0,25	0,14	0,07
% CO ₂ -eq sobre procesos industriales	10,85	8,04	6,13	4,31	2,91	3,12	3,33	1,78	0,99

4.7.2.- Metodología

La producción de ácido nítrico utilizada como variable de actividad en la estimación de las emisiones, se ha obtenido a partir de datos facilitados por las propias plantas productoras para los años 1990 y 2008-2011, y de información facilitada por la Federación Empresarial de la Industria Química en España (FEIQUE) y por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR) para el resto de años del periodo inventariado, con desglose por planta y tipo de proceso de fabricación. En la tabla 4.7.3 se presenta las producciones de ácido nítrico. Como puede apreciarse se ha producido un descenso significativo en la producción a lo largo del periodo inventariado como consecuencia del progresivo cierre de plantas a lo largo del mismo, si bien a partir del año 2007 se observa una práctica estabilidad en los niveles de producción.

Tabla 4.7.3.- Producción de ácido nítrico (Cifras en toneladas)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1.329.107	1.098.533	1.074.181	857.363	626.333	633.614	656.204	659.331	667.483

Para el caso del NO_x los factores de emisión asociados, cuando no se dispone de medidas de este contaminante, dependen del tipo de proceso de fabricación utilizado, distinguiendo entre baja, media o alta presión. Es por ello por lo que es necesario disponer de la información sobre la variable de actividad con distinción entre cada uno de los procesos mencionados.

Para realizar la estimación de las emisiones de N₂O se ha tomado la información sobre mediciones de este contaminante y sobre las técnicas de reducción de las emisiones (incluyendo el año de puesta en marcha de cada una de las técnicas implantadas) facilitadas desde el año 2008, vía cuestionario individualizado, por las plantas de fabricación de ácido nítrico actualmente en funcionamiento. A partir de la información correspondiente al año 2008, se ha obtenido para cada una de estas plantas un factor de emisión, el cual ha sido aplicado a la producción de ácido nítrico de cada planta en el periodo 1990-2007. Por lo que respecta a las plantas ya desaparecidas, para las que no se ha dispuesto de una información similar, se ha realizado la estimación de las emisiones de N₂O tomando el factor de emisión de 7 kg N₂O / t de ácido nítrico indicado inicialmente en la comunicación de FEIQUE facilitada al MINETUR (abril 1998), y que en su momento fue corroborado por la principal empresa fabricante de este producto.

Cabe mencionar que la reducción en las emisiones de N₂O que se observa a partir del año 2010 se debe a la implantación de técnicas de reducción secundarias en tres de las cuatro plantas productoras de ácido nítrico, las tres con producción a media presión. La implementación efectiva de las técnicas de reducción de emisiones se ha producido durante el año 2010 en dos de las plantas y durante los años 2009, 2010 y 2011 en la tercera. Así pues, en 2011 es cuando se registra un descenso adicional de las emisiones sobre el nivel de reducción alcanzado en 2010.

Dichas técnicas consisten en la instalación de catalizadores adicionales dentro de los reactores de oxidación de amoníaco, lo que permite la destrucción catalítica de N₂O, reduciendo significativamente los niveles de N₂O en la mezcla de gas resultante de la reacción de oxidación de amoníaco primaria. No es necesario calor adicional ni otro aporte

de energía, ya que los niveles de temperatura dentro del reactor de oxidación de amoníaco son suficientes para asegurar la eficiencia óptima del abatimiento catalítico.

4.7.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Dado que la información sobre la producción de ácido nítrico procede de las propias plantas productoras, y asumiendo que la información recoge toda la producción (intermedia y final) de ácido nítrico, la incertidumbre de la variable de actividad puede considerarse que está en torno al 2% de acuerdo con el epígrafe 3.2.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

En cuanto al factor de emisión aplicado, se asume que la incertidumbre se sitúa en torno al 10% según información facilitada por la principal empresa del sector, y que es similar en magnitud a los que figuran en la Tabla 3.8 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Por lo que respecta a la pauta temporal, la serie se considera coherente al cubrir el conjunto de plantas del sector en el periodo inventariado y provenir la información directamente de las plantas. En el análisis de la coherencia temporal queda contrastado la disminución a lo largo del periodo inventariado del número de plantas, pasando de diez plantas en 1990 a cuatro en 2011, descenso que queda reflejado en la evolución de la producción.

4.7.4.- Control de calidad y verificación

Como control de calidad se ha realizado la contrastación de los datos facilitados por las plantas con respecto a los que figuran en las estadísticas sectoriales que recoge la publicación “La Industria Química en España” editada por MINETUR²², con el fin de detectar posibles discrepancias en los datos facilitados.

En cuanto al factor de emisión que se aplica en el periodo histórico cuando no se dispone de información específica de planta, el valor utilizado (7 kg/t de ácido nítrico) ha sido contrastado como valor representativo dentro del rango de variación que, por años y plantas, han reseñado algunos centros productivos, valor que se sitúa dentro de los factores propuestos en la Guía 2006 de IPCC (Tabla 3.3 del epígrafe 3.3.2.2).

Por último, se ha recibido información facilitada por las propias plantas productoras relativa al monitoreo realizado durante los años 2009, 2010 y 2011 de las emisiones medidas de N₂O, permitiendo contrastar y validar los datos de emisiones de dicho contaminante, a la vez que comprobar la eficiencia de las técnicas de reducción implantadas.

²² Esta publicación está disponible hasta el año 2002.

4.7.5.- Realización de nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos en esta actividad.

4.7.6.- Planes de mejora

No se prevén planes de mejora en esta actividad pues se considera que el acceso y tratamiento de la información específica de planta, con desglose por tipo de proceso y técnica de control de las emisiones, es el más adecuado para la estimación de las emisiones.

4.8.- Producción de aluminio (2C3)

4.8.1.- Descripción de la actividad

La producción de aluminio primario constituye una fuente clave en el inventario por las emisiones de PFC asociadas. La información sobre variables de actividad y parámetros del algoritmo de estimación de las emisiones ha sido recabada vía cuestionario individualizado a cada una de las tres plantas productoras. De las tecnologías de fabricación mencionadas en la sección 2.13.6 del Manual de Referencia 1996 IPCC, dos de las plantas utilizan el sistema de ánodos Söderberg con agujas verticales, mientras que la tercera utiliza el sistema de ánodos precocidos (tanto de picado central como de picado lateral).

En la tabla 4.8.1 se muestran las emisiones de CO₂ y PFC para esta actividad, si bien cabe mencionar que esta categoría individualmente considerada no constituye una fuente clave ni por nivel ni por tendencia en el inventario. En la tabla 4.8.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990 para el CO₂ y 1995 para los PFC) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales. Las emisiones de CO₂ de esta actividad constituyen una fuente clave cuando se consideran conjuntamente con las de otras actividades del sector de procesos industriales (véase epígrafe 4.6), y que, si bien se muestran aquí por homogeneidad en la exposición, no existe una doble contabilización de estas emisiones en el inventario.

Tabla 4.8.1.- Emisiones de contaminantes

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ (Gg)	610	610	615	662	672	686	596	618	684
CF ₄ (t)	122,2	114,0	51,0	20,2	17,6	16,9	11,5	10,0	8,7
C ₂ F ₆ (t)	9,6	9,9	4,2	1,3	1,0	1,0	0,8	0,6	0,6

Tabla 4.8.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	1.493	1.442	986	805	796	805	678	688	747
Índice CO ₂ -eq	100,0	96,6	66,0	53,9	53,3	53,9	45,4	46,1	50,0
% CO ₂ -eq sobre total inventario	0,53	0,46	0,26	0,19	0,18	0,20	0,19	0,20	0,21
% CO ₂ -eq sobre procesos industriales	5,78	5,41	2,91	2,39	2,33	2,54	2,52	2,43	2,86

4.8.2.- Metodología

Para el cálculo de las emisiones de PFC, se ha optado por utilizar el método de nivel 2 referido en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC en el epígrafe 3.3 (ecuación 3.10 y Box 3.3 “Tabereaux approach”), que se muestra a continuación:

$$\text{kg CF}_4 \text{ o C}_2\text{F}_6/\text{tonelada Al} = 1,698 \cdot (p/\text{CE}) \cdot \text{AEF} \cdot \text{AED} \quad [4.8.1]$$

donde

- p = Fracción media de generación de CF₄ o C₂F₆ (respectivamente) durante el efecto ánodo respecto al total de gases
- CE = Eficiencia actual expresada como fracción en vez de como porcentaje
- AEF = Número de efectos ánodo por cuba y día
- AED = Duración en minutos del efecto ánodo

Para la aplicación de la fórmula anterior se han utilizado los valores por defecto de la variable “*pendiente*” (slope = 1,698 (p/CE)) de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC (epígrafe 3.3.1, tabla 3.9) y la información sobre las variables “*AEF*” y “*AED*” facilitada por las plantas productoras mediante un cuestionario específico diseñado al efecto, distinguiendo por planta y series el método de fabricación seguido (ánodos precocidos picado lateral o central y proceso Söderberg de agujas verticales). Dentro de cada serie se recibe información del número de efectos ánodos por cuba y día y de la duración en minutos del efecto ánodo. Los coeficientes por defecto de la variable *pendiente*, expresados en (kg_{PFC}/t aluminio) / (minutos de efecto ánodo/cuba-día) son los siguientes:

Tabla 4.8.3.- Coeficientes de la variable “pendiente”

Tecnología	CF ₄	C ₂ F ₆
Ánodos precocidos. Picado central	0,14	0,018
Ánodos precocidos. Picado lateral	0,29	0,029
Söderberg. Agujas verticales	0,068	0,003
Söderberg. Agujas horizontales	0,18	0,018

Por lo que respecta a la estimación de las emisiones de CO₂, se ha utilizado la metodología propuesta por el Instituto Internacional del Aluminio (IAI) en el documento

“Greenhouse Gas Emissions Monitoring and Reporting by the Aluminium Industry” (véase referencias bibliográficas), conforme a la metodología propuesta en “The Greenhouse Gas Protocol: a corporate accounting and reporting standard” (Octubre 2001), desarrollado por el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCDS) y el *World Resource Institute* (WRI). Esta metodología utiliza procedimientos de estimación basados en balance de materias en aquellas fuentes emisoras de CO₂ durante el proceso de fabricación de aluminio. En concreto, y por lo que a la situación en las fábricas de España se refiere, se han aplicado los procedimientos que se detallan a continuación.

a) Ánodos precocidos

a.1.- Emisión de CO₂ del ánodo en electrolisis

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ (t)} = \text{NCC} \cdot \text{MP} \cdot (100 - S_a - \text{Ash}_a - \text{Imp}_a)/100 \cdot 44/12 \quad [4.8.2]$$

donde

NCC	=	Consumo neto de ánodo (t ánodo / t aluminio)
MP	=	Producción de aluminio (toneladas)
S _a	=	Contenido de azufre en el ánodo cocido (%)
Ash _a	=	Contenido de cenizas en el ánodo cocido (%)
Imp _a	=	Flúor y otras impurezas en el ánodo cocido (%)

a.2.- Emisión de CO₂ del ánodo en horno (de materias volátiles)

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ (t)} = (\text{GAW} - \text{BAP} - \text{HW} - \text{RT}) \cdot 44/12 \quad [4.8.3]$$

con

$$\text{HW (t)} = \text{H}_2/100 \cdot \text{PC}/100 \cdot \text{GAW}$$

donde

GAW	=	Ánodos crudos (toneladas)
BAP	=	Producción de ánodos cocidos (toneladas)
HW	=	Peso del hidrógeno en la brea (toneladas)
H ₂	=	Contenido de hidrógeno en la brea (% en peso)
PC	=	Contenido medio de brea en los ánodos crudos (% en peso)
RT	=	Alquitrán recuperado (toneladas)

a.3.- Emisión de CO₂ del ánodo en horno (del coque de empaquetamiento)

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ (t)} = \text{PCC} \cdot \text{BAP} \cdot (100 - \text{Ash}_{\text{PC}} - S_{\text{PC}})/100 \cdot 44/12 \quad [4.8.4]$$

donde

PCC	=	Consumo de coque de empaquetamiento por tonelada de ánodo cocido (t coque / t ánodos)
BAP	=	Producción de ánodos cocidos (toneladas)
S _{PC}	=	Contenido de azufre en el coque (% en peso)
Ash _{PC}	=	Contenido de cenizas en el coque (% en peso)

b) Pasta Söderberg

Metodología: IAI para pasta Söderberg

$$\begin{aligned} \text{Emisión CO}_2 \text{ (t)} = & [(PC \cdot MP) - (BSM \cdot MP/1000) - \\ & [BC/100 \cdot PC \cdot MP \cdot (S_P + Ash_P + H_2)/100] - \\ & [(100 - BC)/100 \cdot PC \cdot MP \cdot (S_C + Ash_C)/100]] \cdot 44/12 \end{aligned} \quad [4.8.5]$$

donde

PC	=	Consumo de pasta neto (t pasta / t aluminio)
MP	=	Producción de aluminio (toneladas)
BSM	=	Emisiones de materia soluble en benceno (kg / t aluminio)
BC	=	Contenido de brea en la pasta (% en peso)
S _P	=	Contenido de azufre en la brea (%)
Ash _P	=	Contenido de cenizas en la brea (%)
H ₂	=	Contenido de hidrógeno en la brea (%)
S _C	=	Contenido de azufre en el coque calcinado (%)
Ash _C	=	Contenido de cenizas en el coque calcinado (%)

Los valores de los parámetros incluidos en las fórmulas anteriores han sido suministrados mediante cuestionario por las propias plantas productoras. Para el proceso de ánodos precocidos ha podido disponerse solamente de los valores de los parámetros correspondientes a partir del año 2003 (salvo alguna excepción), habiéndose asumido los valores del año 2003 para el periodo 1990-2002.

Por otro lado, en el año 2001 desaparecen en una de las plantas las series de ánodos precocidos de picado lateral, siendo sustituidas por una nueva serie de ánodos precocidos de picado central con un número de efectos ánodo por cuba y día (parámetro AEF de la fórmula [4.8.1]) bastante inferior, lo que conlleva un descenso en las emisiones a partir de 2001 con respecto a los años anteriores.

En cuanto a la evolución temporal de la ratio que se obtiene entre las emisiones de C₂F₆ y las de CF₄²³, las fluctuaciones interanuales que se observan están motivadas por las

²³ Esta cuestión fue planteada por el equipo revisor de la SCMNUCC que efectuó la revisión en el país (*in-country review*) realizada (17-22 de octubre de 2011) para la edición 2011 del inventario.

variaciones en la contribución relativa de cada tipo de proceso a la producción total dado que las ratios C_2F_6 / CF_4 de la variable *pendiente* difieren entre procesos (como se desprende de la observación de la tabla 4.8.3).

No se presenta aquí la información sobre producción de aluminio ni sobre los parámetros de proceso por ser de carácter confidencial, al corresponder todas las plantas a una única empresa.

4.8.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Dado que se dispone de la información sobre la producción de aluminio primario, no sólo a nivel de planta sino también con desglose por tipo de tecnología utilizada, se considera que la incertidumbre global asignable a la estimación de las emisiones de PFC puede situarse en el entorno del 20%. Esta cifra se obtiene como resultado de la combinación de una incertidumbre de la variable de actividad de aproximadamente el 1% con una incertidumbre media del factor de emisión en torno al 20%, estimación esta última deducida al ponderar las incertidumbres que por tecnología y gas aparecen indicadas en la Tabla 3.9 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

En cuanto a las emisiones de CO_2 , se estima que la incertidumbre de las emisiones puede situarse en torno al 5,8%, asumiendo una incertidumbre de un 3% para la variable de actividad y de un 5% para el factor de emisión.

Por lo que respecta a la pauta temporal, la serie se considera coherente al cubrir el conjunto de plantas del sector en el periodo inventariado y provenir la información directamente de las plantas, tanto en lo referente a la variable de actividad como en los valores de los parámetros utilizados en los algoritmos de estimación de las emisiones.

4.8.4.- Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría destaca el seguimiento que se realiza del margen de oscilación interanual del contenido de carbono emitido como CO_2 con respecto al carbono de entradas y salidas. Ante la presencia eventual de valores atípicos en un año se investigan, con las plantas del sector o con la propia asociación, las causas de su aparición y sus posibles justificaciones, efectuando en su caso las correcciones oportunas.

Se reseña aquí que el método de estimación aplicado es el de nivel 2. Previamente, hasta la edición del inventario que cubría el periodo 1990-2002, se había utilizado como método de estimación el de nivel 3b. Examinada con detalle esta cuestión con los expertos de la única empresa fabricante de aluminio primario en España, se consideró que la opción más plausible era la de utilizar para el parámetro *pendiente* (slope) los valores por defecto que sugiere la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, ya que la estimación que anteriormente se hacía de la *pendiente* a partir de valores específicos de cada planta y tecnología mostraban una erradicidad que implicaba una mayor imprecisión en la estimación de los factores de emisión de PFC. Así pues se optó por pasar de la calificación de la metodología del nivel 3b al nivel 2.

4.8.5.- Realización de nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos en esta actividad.

4.8.6.- Planes de mejora

En esta categoría se encuentra en marcha una investigación para el seguimiento más preciso de los consumos no energéticos de coque de petróleo y coque metalúrgico, cuya estimación permite determinar con mayor precisión la proporción consumida de estos combustibles, con sector de destino conocido, con respecto al consumo total de los mismos para uso no energético (punto este último que ha sido objeto de valoración por los equipos revisores de la SCMNUCC).

4.9.- Fabricación de HCFC-22 (2E1)

4.9.1.- Descripción de la actividad

En esta actividad se consideran las emisiones de HFC-23 como subproducto en la fabricación de HCFC-22. A lo largo del periodo inventariado han estado en operación, temporalmente o a lo largo de todo el intervalo, tres plantas de fabricación de HCFC-22, quedando tan sólo una planta de fabricación a partir del año 2008. La información sobre la producción de este compuesto, que constituye la variable de actividad, ha sido facilitada por los propios centros productores.

En la tabla 4.9.1 se muestran las emisiones de HFC-23 para esta actividad, siendo este gas el que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 4.9.2 se muestran dichas emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales.

Tabla 4.9.1.- Emisiones de HFC-23 (Cifras en toneladas)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
205,40	396,4	540,4	28,5	36,1	28,2	21,1	33,8	4,6

Tabla 4.9.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	2.403	4.638	6.323	334	423	330	247	395	54
Índice CO ₂ -eq	100,0	193,0	263,1	13,9	17,6	13,7	10,3	16,4	2,2
% CO ₂ -eq sobre total inventario	0,85	1,48	1,67	0,08	0,10	0,08	0,07	0,11	0,02
% CO ₂ -eq sobre procesos industriales	9,31	17,39	18,66	0,99	1,24	1,04	0,92	1,40	0,21

4.9.2.- Metodología

La información sobre emisiones de HFC-23 está basada en las estimaciones realizadas por los propios centros, complementada para los años 1990-1998 con un factor de emisión por defecto cuando no se ha dispuesto de la estimación propia facilitada por las plantas. Por tanto, la metodología de estimación aplicada es en este caso una combinación de los métodos de nivel 1 y nivel 2 en la denominación de IPCC.

No se presenta aquí la información sobre variables de actividad y parámetros de proceso por ser de carácter confidencial, al corresponder actualmente la propiedad de las plantas únicamente a dos empresas.

Cabe asimismo mencionar que en una de las plantas existe un descenso de la emisión a partir del año 2001 debido a la construcción y puesta en servicio de una instalación para disminuir la emisión de HFC-23 mediante su compresión, condensación, licuación y almacenamiento. El HFC-23 licuado se carga en cisternas y se envía a un gestor exterior para su tratamiento.

Por último, el descenso que se observa en las emisiones en el año 2011 tiene su origen en el correspondiente descenso de la producción de HCFC-22 en la única planta de fabricación existente en este año.

4.9.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

De acuerdo con la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, la incertidumbre de la estimación de las emisiones de HFC-23 para el método de nivel 1 se sitúa en torno al 50%, mientras que para el método de nivel 2 la incertidumbre se encuadra entre el 1 y el 2% con un nivel de confianza del 95%. En conjunto, y teniendo en cuenta información adicional de expertos del sector, la incertidumbre de las emisiones estimadas puede cifrarse entre el 25 y el 30%.

En cuanto a la pauta temporal, la variable de actividad se considera coherente dado que la información de la misma procede siempre de las propias plantas productoras. Para los factores de emisión debe tenerse en cuenta el hecho ya reseñado más arriba de que para los años iniciales de la serie la estimación se ha realizado mediante la aplicación de factores de emisión por defecto, mientras que para los años finales toda la información está basada en medidas realizadas facilitadas por las plantas, teniendo en cuenta la penetración de tecnologías de control de las emisiones.

4.9.4.- Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría destaca el contraste que se realiza de la estimación de las emisiones facilitadas por las plantas en conjunción con la captación del HFC-23 para su posterior tratamiento con relación a la producción de HCFC-22 con las emisiones que se obtendrían utilizando factores de emisión por defecto, con el fin de detectar posibles anomalías en la información facilitada de emisiones.

4.9.5.- Realización de nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos en esta actividad.

4.9.6.- Planes de mejora

Se pretende continuar con el proceso de interacción con la, actualmente, única planta que realiza esta actividad en lo referente a la evolución de la incertidumbre.

4.10.- Consumo de halocarburos y SF₆ (2F)

4.10.1.- Descripción de la actividad

En este grupo se incluyen las actividades de la categoría 2F del CRF generadoras de emisiones de HFC o PFC, y que son las correspondientes a la refrigeración y aire acondicionado (2F1), el espumado de plásticos (2F2), la extinción de incendios (2F3) y los aerosoles (2F4). No se incluye aquí las emisiones de SF₆ en equipamiento eléctrico.

En la tabla 4.10.1 se muestran las emisiones de cada tipo de gas para cada una de estas actividades. Cabe mencionar que con anterioridad al año 1995 el uso de estos gases era marginal y por tanto sus emisiones asociadas muy reducidas. En la tabla 4.10.2 se muestran dichas emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1995) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales.

Tabla 4.10.1.- Emisiones de HFC y PFC (Cifras en toneladas)

Categoría	Gas	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
2F1	HFC-125			67,4	150,3	181,2	204,1	224,2	243,1	261,9
	HFC-134a			573,8	1.459,3	1.799,1	2.168,4	2.331,4	2.592,1	2.842,4
	HFC-143a			78,4	174,6	210,4	237,1	260,3	282,3	304,0
	C ₃ F ₈			9,1	20,2	24,3	27,4	30,1	32,6	35,1
2F2	HFC-134a				77,9	72,0	58,0	40,2	43,2	41,8
	HFC-152a				170,2	89,2	75,8	71,8	81,3	72,0
2F3	HFC-125			0,2	10,9	16,7	21,3	23,5	23,4	22,9
	HFC-227ea		0,8	12,4	49,9	73,3	80,9	88,8	92,6	94,9
	HFC-23		0,3	33,4	108,3	121,7	130,6	139,8	147,8	154,5
	HFC-236fa			0,4	1,7	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7
	C ₄ F ₁₀		0,1	0,3	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
2F4	HFC-134a		1,7	237,6	126,5	98,9	110,2	110,8	76,6	54,0

Tabla 4.10.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	-	8	2.037	4.869	5.751	6.553	7.044	7.603	8.133
Índice CO ₂ -eq	-	100,0	25.397,8	60.718,0	71.709,9	81.711,4	87.838,0	94.809,7	101.418,0
% CO ₂ -eq sobre total inventario	-	0,003	0,54	1,13	1,33	1,64	1,94	2,18	2,32
% CO ₂ -eq sobre procesos industriales	-	0,03	6,01	14,49	16,82	20,68	26,22	26,90	31,13

4.10.2.- Metodología

A continuación se presenta, para cada una de las actividades contempladas en este apartado, las especificaciones metodológicas utilizadas en la estimación de las emisiones.

a) Refrigeración y aire acondicionado

Para estos sectores se ha contado con información suministrada para algunos años por las asociaciones empresariales del frío y climatización y, por lo que respecta a su uso en la industria de automoción, con información obtenida vía cuestionario a las plantas de fabricación de automóviles. Para los equipos estacionarios de refrigeración y climatización, el equipo de trabajo del inventario ha extendido las tasas de variación interanual para completar los últimos años de la serie al no haberse podido disponer de otra información en esta edición del inventario. La información para el desglose según tamaños (pequeños o *stand-alone* y medios/grandes) de los equipos de refrigeración comercial, se ha tomado de un estudio sectorial sobre equipamiento de las superficies comerciales, clasificadas según tipología y tamaño, y que contenía datos sobre metros lineales de equipos de refrigeración. Los factores de emisión son, por lo que respecta a la producción nacional de automóviles, datos derivados de la información de cuestionarios a las plantas fabricantes, y para los demás sub-sectores se han tomado de las guías de IPCC.

La metodología de estimación de las emisiones se ha basado en la expuesta en la Sección 2.17.4.2 del Manual de Referencia 1996 IPCC y en las secciones 3.7.4 y 3.7.5 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Según estas referencias las emisiones se pueden originar en las fases de montaje, funcionamiento y retirada de los equipos. A cada una de estas fases corresponde un algoritmo de cálculo de las emisiones. La emisión total será la suma de las emisiones generadas en cada una de las tres fases.

b) Espumado de plásticos

El uso de HFC en el espumado de plásticos ha comenzado a materializarse en el año 2003 como sustituto de otros gases fluorados que agotan la capa de ozono. La información sobre los consumos de HFC ha sido facilitada por la Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado (ATEPA) en el caso de las espumas rígidas de poliuretano, y por la Asociación Ibérica de Poliestireno Extruido (AIPEX). A partir de esta información se ha calculado el stock existente en cada año de cada tipo de gas en cada uno de estos sub-sectores.

Para estimar las emisiones de esta sub-categoría se ha aplicado el método de nivel 2 de IPCC con factores de emisión por defecto que figuran en la Tabla 7.6 de la Guía 2006 IPCC. En el caso del poliuretano (aplicado en celdas cerradas) se ha tomado de dicha tabla un factor de emisión de HFC-134a para el primer año del 12,5% y para la pérdida anual sobre el stock de gas remanente del 2,5%, siguiendo indicaciones de expertos del sector. Para el poliestireno extruido se ha tomado, en el caso del HFC-134a, un factor de emisión del 25% para el primer año y del 0,75% para la pérdida anual sobre el stock de gas remanente, mientras que para el HFC-152a el factor para el primer año es del 50% y del 25% para el stock de gas remanente.

c) Equipos de extinción de incendios

Para la extinción de incendios, la información sobre cantidades consumidas de gases fluorados en el mantenimiento y nueva instalación de equipos de extinción se ha obtenido por cuestionario remitido a las principales empresas del sector, con distinción entre equipos fijos y equipos portátiles. Sobre dichos datos de variables de actividad el equipo de trabajo del inventario ha realizado una extrapolación al total del sector a partir de la estimación de la cobertura de las empresas informantes. A partir de la información anterior (cantidades declaradas o estimadas de HFC y PFC incorporadas) se ha calculado el stock existente en cada año de cada tipo de gas almacenado en el conjunto de equipos utilizados en esta actividad. Para realizar el cálculo del stock existente en cada año, se ha utilizado: i) información sobre la vida útil de los equipos de extinción, distinguiendo dentro de los equipos fijos y portátiles, entre equipos electrónicos y el resto de equipos, como se muestra en la tabla 4.5.4 y, ii) información de la representatividad de cada tipo de equipo sobre la cantidad consumida de gases (20% para equipos electrónicos y 80% para el resto de equipos)²⁴.

Tabla 4.10.3.- Vida útil de los distintos tipos de equipos de extinción de incendios utilizados en el sector (cifras en años)

Tipo de equipo	1990- 1995	1995-2000	2000-2005	2005-2011
Portátil				
Equipos electrónicos	15	15	15	15
Otros equipos	15	15	15	15
Fijo				
Equipos electrónicos	10	10	10	10
Otros equipos	30	30	30	30

El stock existente en cada año es el indicador que se toma como variable de actividad socioeconómica, y que se muestra en la tabla 4.10.4.

Tabla 4.10.4.- Stock de HFC y PFC almacenado en equipos de extinción de incendios (Cifras en toneladas)

GAS	Tipo de equipo	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
HFC-23	Equipos electrónicos	1,040	132,848	432,415	482,507	515,547	542,276	560,059	584,680
	Otros equipos	4,160	531,394	1.731,738	1.947,171	2.090,186	2.244,490	2.380,237	2.488,722
HFC-125	Equipos electrónicos		0,771	43,579	66,701	85,075	93,452	92,710	90,371
	Otros equipos		3,086	174,318	266,802	340,302	375,523	374,927	368,013
HFC-227ea	Equipos electrónicos	3,321	49,283	198,308	289,782	318,699	349,351	363,646	371,760
	Otros equipos	13,284	197,133	797,630	1.171,127	1.294,795	1.422,403	1.484,585	1.521,039
HFC-236fa	Equipos electrónicos		1,570	6,644	8,336	9,120	9,221	9,113	8,990
	Otros equipos		6,280	26,577	33,346	36,478	39,454	42,282	44,968
C ₄ F ₁₀	Equipos electrónicos	0,200	1,321	2,008	2,320	2,445	2,564	2,677	2,781
	Otros equipos	0,800	5,283	8,431	9,482	9,967	10,429	10,868	11,285

²⁴ Esta información ha sido proporcionada vía cuestionario por expertos de la Subdirección General de Calidad del Aire y Medioambiente Industrial perteneciente al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).

Para la estimación de las emisiones se ha diferenciado el proceso en tres etapas: producción, vida útil y fin de vida útil. Para cada una de estas etapas se ha aplicado un factor de emisión específico, bajo recomendación del equipo revisor de la SCMNUCC en la revisión en el país (*in-country review*, 17-22 de octubre de 2011). Estos factores de emisión son de 0,05% anual para la fase de producción, 5% anual²⁵ para la fase de vida útil y 1% anual para la fase de fin de vida útil²⁶.

d) Aerosoles

Por lo que respecta al uso de HFC y PFC como propelentes de aerosoles, la información sobre la variable de actividad (gases incorporados en los dispositivos de aerosol) ha sido facilitada por la Asociación Española de Aerosoles (AEDA). Dicha información consta de:

- Cantidades envasadas según tipo de envase (producción nacional + importaciones):
 - * Con inhalador y dosificador
 - * Otros (Uso de aseo personal, aplicaciones domésticas e industriales y productos de uso general)
- Cantidades exportadas

A partir de dichos bloques de información se construye la serie –de producción nacional, entendida como la cantidad de gases introducidos en los equipos anualmente. Esta serie de producción nacional (gases introducidos en fabricación anualmente), que se presenta en la tabla 4.10.5, es la que se toma como variable de actividad para la estimación de las emisiones. De la observación de dicha tabla se evidencia que el único tipo de gas utilizado en los aerosoles vendidos en España es el HFC-134a.

Es interesante observar que, según la propia fuente de AEDA, el aumento producido en el consumo de HFC-134a a partir del año 1998 con respecto a los años anteriores se debe a la aplicación de la Directiva 94/48, que entró en vigor en 1997 y que prohibió que los productos decorativos y festivos utilizaran propelentes inflamables, obligando a reemplazar dichos productos por el HFC-134a. De forma análoga, la disminución del consumo de HFC-134a a partir de 2009 con respecto a los años anteriores se debe a la aplicación del Reglamento 842/2006/CE, que prohibió el consumo del mencionado gas en aerosoles innovadores.

²⁵ Nótese que este factor de emisión coincide con el propuesto en la Sección 2.17.4.4 del Manual de Referencia 1996 IPCC y la Sección 3.7.6 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, que consiste en un factor de emisión anual del 5% sobre la cantidad de cada gas almacenada en cada año en los equipos de protección de incendios.

²⁶ Estos factores de emisión, al igual que los porcentajes de representatividad y vida útil, han sido proporcionados vía cuestionario por expertos de la Subdirección General de Calidad del Aire y Medioambiente Industrial perteneciente al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).

Tabla 4.10.5.- Producción nacional de HFC como propelentes de aerosoles (Cifras en toneladas)

HFC	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
HFC-134a	-	3,289	499,843	308,771	267,876	291,608	262,177	143,147	53,807

Los gases de los aerosoles se liberan en un corto espacio de tiempo después de la producción: un promedio de 6 meses después de la venta. La emisión es el 100% del gas inyectado en el aerosol. De conformidad con lo anterior y con la Sección 2.17.4.5 del Manual de Referencia 1996 IPCC y la Sección 3.7.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, se asume que un 50% de la emisión se produce en el año de venta del producto y el 50% restante en el año siguiente, para así tener en cuenta el promedio de 6 meses de retraso desde la venta hasta la utilización. De forma análoga a lo que sucede en los equipos de extinción de incendios, el equipo revisor de la SCMNUCC recomendó durante la revisión en el país (*in-country review*, 17-22 de octubre de 2011) la estimación de las emisiones por etapas de la vida del producto. Así, se diferencian las etapas de producción, vida útil y fin de vida útil. Bajo recomendación de juicio experto²⁷ se utilizan los siguientes factores:

- i) Fase de producción: 1,5% anual.
- ii) Fase de vida útil: 50% el año de venta del producto y el 50% restante en el año siguiente.
- iii) Fase de fin de vida útil: las emisiones de esta fase se encuentran incluidas en las emisiones contabilizadas en la fase de vida útil del producto. La catalogación de este campo según las definiciones de la UNFCCC es "IE", es decir, emisiones incluidas en otra partida del inventario, en este caso en las emisiones contabilizadas en la fase de vida útil.

La estimación de la emisión puede realizarse multiplicando la serie de producción nacional (gases introducidos en fabricación) por los factores de emisión mencionados, agregando las emisiones producidas en la fase de producción a las emisiones en la vida útil de los equipos. No se considera que existan tecnologías de reducción de estas emisiones.

No existe para este sector una clasificación de niveles de métodos de estimación en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, y la aquí aplicada es la propuesta como metodología por defecto en el Manual de Referencia 1996 IPCC.

4.10.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

En cuanto a la variable de actividad, debe diferenciarse entre la notoriamente mayor incertidumbre del sub-sector de frío y climatización con relación a los restantes sub-sectores de actividad mencionados anteriormente, lo que lleva en conjunto a una estimación de la incertidumbre en torno al 50%, tomando como base la información del apartado 3.7.3.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, y que aunque viene específicamente referida a la

²⁷ Expertos de la Subdirección General de Calidad del Aire y Medioambiente Industrial del MAGRAMA.

actividad de espumado de plásticos se considera un valor conservador para el conjunto de actividades de esta categoría. La incertidumbre de los factores de emisión es variable entre las distintas actividades. Así, en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, para los equipos de extinción de incendios se reporta una incertidumbre del 10% (apartado 3.7.6.1) y para los equipos móviles de aire acondicionado se hace una referencia del 20% en el párrafo que sigue a la tabla 3.23 del apartado 3.7.5.1. Ante esta diversidad de valores se ha optado conservadoramente por tomar una incertidumbre del 30% para el factor de emisión combinado del conjunto de sub-sectores considerados.

En cuanto a la pauta temporal, deben señalarse las limitaciones existentes en los últimos años en los datos de consumos de HFC y PFC, especialmente en el sector del frío y climatización para el que la variable de actividad ha tenido que ser estimada mediante procedimientos de extrapolación.

4.10.4.- Control de calidad y verificación

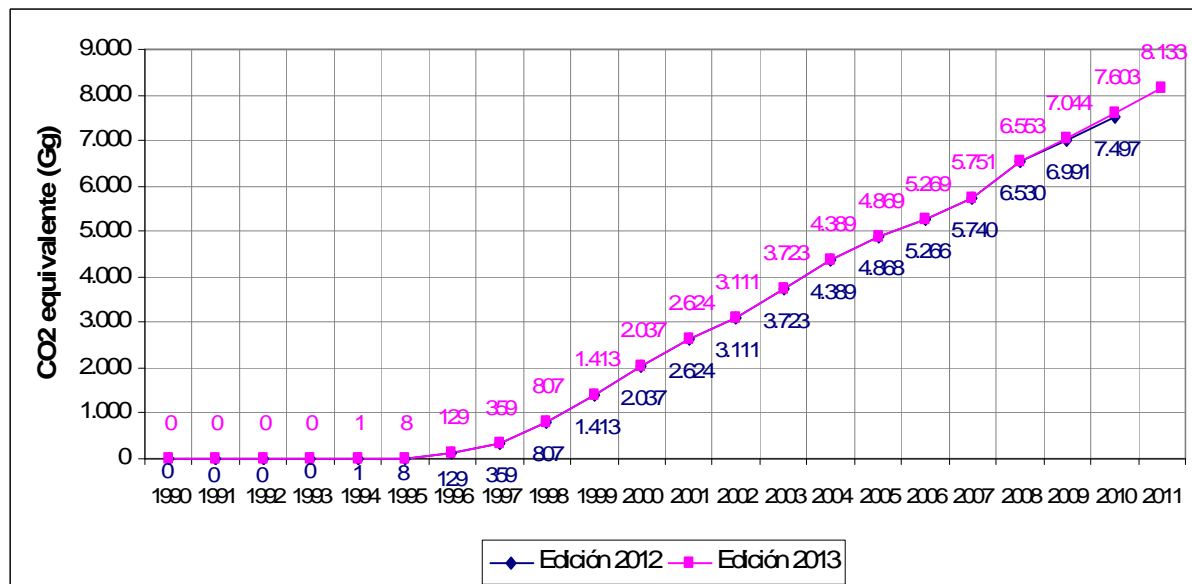
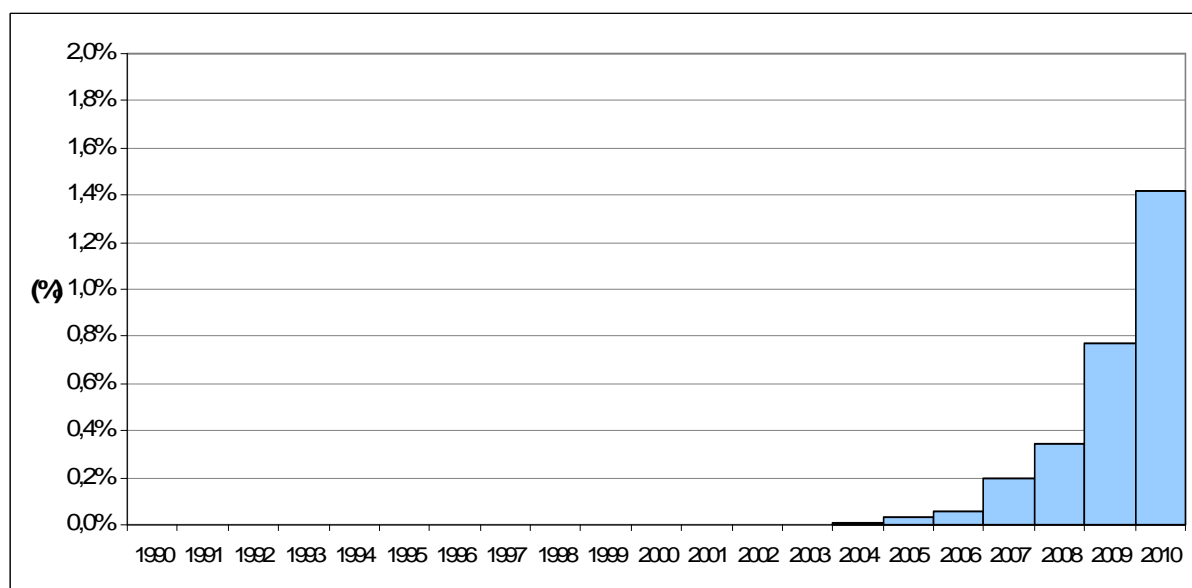
En los sub-sectores en los que la información de base no es exhaustiva se ha controlado que mediante la extrapolación correspondiente de muestra a población, es decir, de la cobertura de producción de las empresas que facilitan datos con respecto a la cobertura que dichas empresas representan en relación con el total de su sub-sector, se derive finalmente una estimación de las emisiones que se considere representativa de la cobertura total del sector (este ha sido el caso especialmente de los equipos de protección de incendios y de la fase de carga de gases fluorados en los equipos de aire acondicionado en las fábricas de automóviles).

4.10.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se describen los cambios realizados en la estimación de las emisiones de este conjunto de actividades.

- En los equipos de extinción de incendios se ha revisado el stock en operación de HFC y PFC tras haberse detectado un error en el algoritmo de estimación (no se habían descontado de dicho stock las cantidades ya retiradas de HFC y PFC)

En la figura 4.10.1 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO₂-eq entre los resultados de la edición actual con los resultados de la edición anterior, mientras que en la figura 4.10.2 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO₂-eq como consecuencia de los nuevos cálculos oscila entre el 0,002% del año 2003 (0,09 Gg de CO₂-eq) y el 1,4% del año 2010 (107 Gg de CO₂-eq).

Figura 4.10.1.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012**Figura 4.10.2.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012**

4.10.6.- Planes de mejora

En esta actividad se está llevando a cabo, dentro del proyecto *MS support for KP reporting*²⁸, una investigación para mejorar la información de base sobre el uso de gases fluorados en los sectores de refrigeración y aire acondicionado y aerosoles.

Con respecto al sector de refrigeración y aire acondicionado, los esfuerzos se están centrando en la obtención de información por defecto sobre penetración de los distintos tipos de gases fluorados en el sector por sub-categoría de uso (refrigeración doméstica, refrigeración comercial, transporte refrigerado, refrigeración industrial, aire acondicionado estacionario y aire acondicionado móvil) y por tipo de producto.

Con relación al sector de aerosoles, el objetivo de los planes de mejora es obtener nueva información de base sobre la penetración del uso de gases fluorados como propelentes en aerosoles con inhalador, de uso principalmente farmacéutico.

Adicionalmente, en el sector de aerosoles se ha obtenido nueva información procedente de AEDA con respecto a estimaciones de emisiones de HFC-134a en el proceso de fabricación de aerosoles innovadores que, pese a la prohibición de su consumo dentro de la Unión Europea, se siguen fabricando para su exportación. Esta información, una vez contrastada, se incorporará en la siguiente edición del Inventario.

4.11.- SF₆ en equipos eléctricos (2F8)

4.11.1.- Descripción de la actividad

El SF₆ se utiliza como aislante en equipos eléctricos, pues presenta ventajas de eficiencia como aislante que lo hace prácticamente irremplazable en equipos que trabajan con muy altas tensiones (por encima de los 52 kV), aunque también se usa en equipos para tensiones inferiores, en este caso, en competencia con otros procedimientos aislantes como: aceite, vacío, o corte al aire. La carga media de SF₆ en los equipos eléctricos depende del tamaño y funcionalidad del equipo que debe aislar, pudiendo variar entre los cientos y miles de kilogramos para los equipos que trabajan con tensiones de 52 o más kV, mientras que para los equipos de baja tensión la carga puede oscilar entre 1 y 2 kilogramos. La cantidad de SF₆ acumulado en equipos eléctricos puede calcularse como sumatorio, referido a los distintos tipos de equipos, del número de equipos en cada categoría por la carga típica del equipo representativo de la categoría. En el caso español esta es la única fuente que ha sido identificada como emisora de SF₆.

La contribución de esta categoría al total de emisiones de CO₂-eq del inventario es poco significativa (véase la tabla 4.11.2), no constituyendo una fuente clave por su nivel de emisiones ni por su tendencia en el inventario.

²⁸ Assistance to Member States for effective implementation of the reporting requirements under the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

En la tabla 4.11.1 se muestran las emisiones de SF₆ para esta actividad, siendo este gas el que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 4.11.2 se muestran dichas emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1995) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales.

Tabla 4.11.1.- Emisiones de SF₆ (Cifras en toneladas)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
2,80	4,53	8,56	11,36	15,41	15,32	15,19	15,84	16,50

Tabla 4.11.2.- Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ -eq (Gg)	67	108	205	272	368	366	363	379	394
Índice CO ₂ -eq	61,8	100,0	188,8	250,7	339,9	337,9	335,0	349,4	364,0
% CO ₂ -eq sobre total inventario	0,02	0,03	0,05	0,06	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11
% CO ₂ -eq sobre procesos industriales	0,26	0,41	0,60	0,81	1,08	1,16	1,35	1,34	1,51

4.11.2.- Metodología

De una forma general, las emisiones se pueden generar en cada uno de los siguientes puntos del ciclo de vida de los equipos eléctricos que incorporan SF₆ como aislante:

- 1) En la fase de fabricación del equipo (lo que incluye las operaciones de prueba y la carga de los equipos).
- 2) Durante la instalación en el lugar de funcionamiento del equipo.
- 3) Durante la fase de funcionamiento del equipo.
- 4) En la retirada de funcionamiento del equipo.

Estos cuatro puntos o fases del ciclo de vida que dan origen a las emisiones se corresponden con los respectivos cuatro términos que figuran en el segundo miembro de la ecuación [4.11.1] siguiente, y que es la transcripción de la Ecuación 3.16 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC correspondiente al método de nivel 2a, que es el que se ha adoptado para la estimación de las emisiones de esta actividad:

$$ET = EF + EI + EO + ER \quad [4.11.1]$$

donde:

ET = Emisiones totales

EF = Emisiones en fabricación

EI = Emisiones en instalación

EO = Emisiones en operación de los equipos

ER = Emisiones en la retirada de los equipos

Para la aplicación concreta del método de estimación, se han cuantificado los términos anteriores de la siguiente manera:

- a) Para los dos primeros términos se han tomado las propias estimaciones facilitadas por la Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo (SERCUBE), las cuales figuran en la tabla 4.11.3 siguiente:

Tabla 4.11.3.- Estimación de pérdidas de SF₆ en fabricación e instalación (Cifras en toneladas)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Pérdidas en fabricación	-	1,006	4,051	3,160	3,344	3,267	2,190	2,053	2,250
Pérdidas en instalación	-	0,055	0,095	0,090	0,133	0,058	0,079	0,067	0,039

- b) Para el tercer término, se aplica un factor de pérdida sobre el stock acumulado de SF₆ en el parque de equipos eléctricos. El stock acumulado ha sido facilitado asimismo por SERCUBE con distinción entre equipos de media y de alta tensión (véase tabla 4.11.4). Para los equipos de media tensión, que vienen sellados, las emisiones en la fase de operación son mínimas o inexistentes, mientras que para los equipos de alta tensión, que vienen cerrados, las emisiones son comparativamente más elevadas. En consonancia con lo anterior, el factor de emisión seleccionado para los equipos de alta tensión ha sido del 2% anual, que es el factor que figura en la Ecuación 3.17 (correspondiente al enfoque de nivel 2b) de la Sección 3.5 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, mientras que para los equipos de media tensión se ha tomado, tras las consultas efectuadas a los expertos del sector, un factor de emisión del 0,2% anual.
- c) Para el cuarto término, se desconoce la cantidad emitida en la operación propiamente dicha de retirada de los equipos. No obstante, sí se conoce las cantidades retiradas, que van generando a su vez un stock de SF₆ en equipos dados de baja (pendiente del proceso de eliminación definitiva y posible recuperación parcial del gas). Es por ello por lo que la contribución de este término se ha computado aplicando al stock calculado de SF₆ en equipos retirados o dados de baja (véase tabla 4.11.4) el mismo coeficiente de pérdida anual que para los equipos en operación (2%).

Tabla 4.11.4.- Estimación del SF₆ almacenado en equipos eléctricos (Cifras en toneladas)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Equipos en funcionamiento									
Alta tensión	139,900	169,600	195,100	342,104	517,567	496,244	533,458	564,326	581,048
Media tensión	1,000	40,000	203,400	568,530	724,280	962,089	1.023,720	1.080,399	1.128,361
Equipos dados de baja	-	-	5,288	6,679	6,415	7,164	9,983	13,594	16,661

4.11.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

A nivel agregado, y con referencia al factor de emisión, se estima que la incertidumbre podría situarse en torno al 30% (valor más alto de los propuestos para Europa en pérdidas en fabricación e instalación en la Tabla 3.13 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC). En cuanto al stock existente de SF₆, la incertidumbre podría estimarse en torno al 20%, y una incertidumbre similar podría estimarse para el factor de emisión de fugas en operación.

En cuanto a la coherencia temporal, interesa diferenciar entre los componentes que contribuyen a las emisiones. Así, por un lado, las pérdidas en fabricación e instalación facilitadas por SERCOBE provienen de datos directos y se consideran temporalmente homogéneas (si bien para el año 2006 hubo que hacer una estimación sobre las pérdidas en fabricación e instalación de una empresa que ha dejado de facilitar información a SERCOBE). Por lo que respecta a la estimación de las existencias de SF₆ en equipos en operación, debe mencionarse que la serie con información directa a partir de 1995 ha tenido que ser extendida por extrapolación para cubrir los años iniciales de la serie (1990-1994), si bien el procedimiento se considera que produce una serie homogénea.

4.11.4.- Control de calidad y verificación

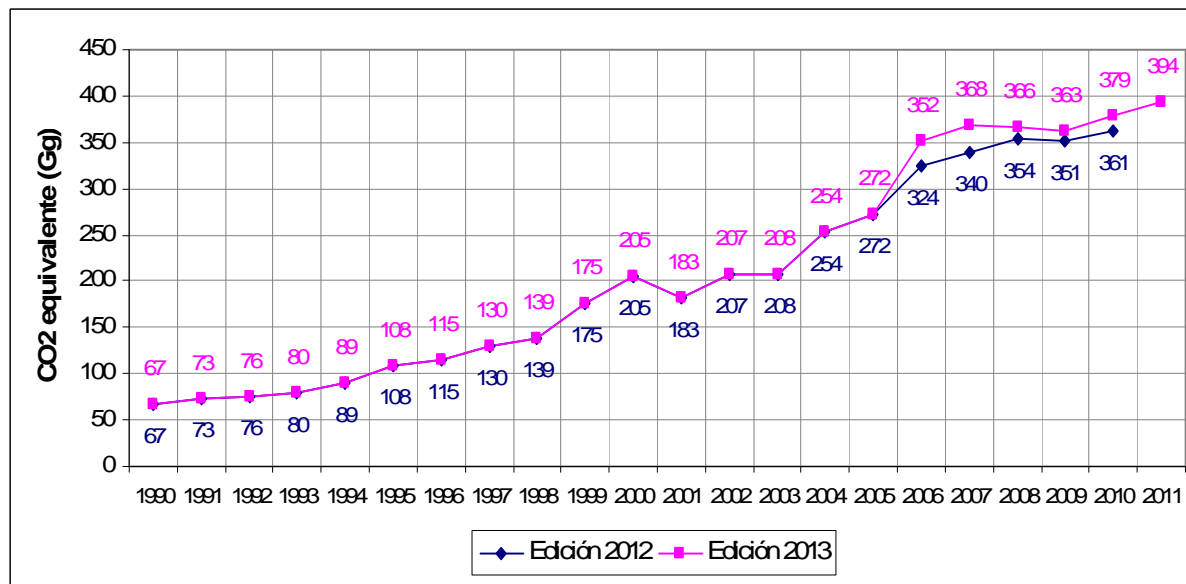
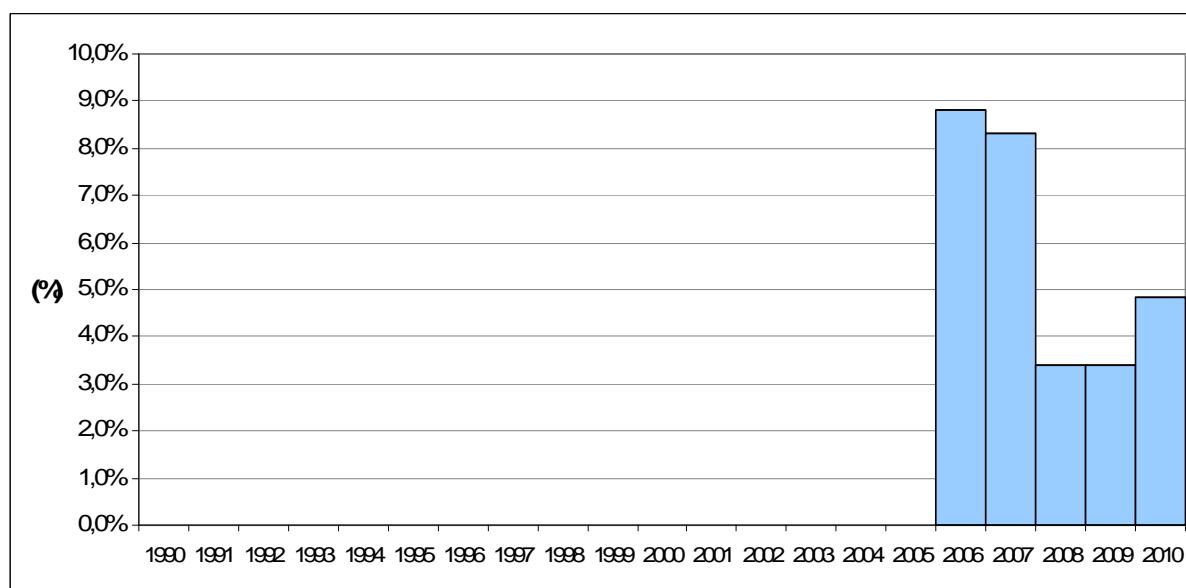
La cobertura se considera exhaustiva en lo referente a la estimación de las pérdidas de SF₆ en fabricación e instalación, así como de las emisiones de los equipos en funcionamiento. Sin embargo, en cuanto a la retirada de equipos, al no disponerse de información precisa, se ha mantenido una estimación de las emisiones como si los equipos retirados hubieran sido almacenados y siguieran emitiendo con las mismas tasas que los equipos en funcionamiento.

4.11.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se describen los cambios realizados en la estimación de las emisiones de esta actividad.

- Para los años 2006-2010 se ha revisado el stock de SF₆, tanto en equipos nuevos como en equipos en funcionamiento, de acuerdo con la nueva información suministrada dentro del marco del Acuerdo Voluntario 2008 – 2012 para la limitación de emisiones de hexafluoruro de azufre.
- Adicionalmente, se ha revisado para los años 2005-2010 la estimación del stock de SF₆ en los equipos retirados o dados de baja.

En la figura 4.11.1 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO₂-eq entre los resultados de la edición actual con los resultados de la edición anterior, mientras que en la figura 4.11.2 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO₂-eq como consecuencia de los nuevos cálculos oscila entre el -0,02% del año 2005 (-0,07 Gg de CO₂-eq) y el 8,8% del año 2006 (28,5 Gg de CO₂-eq).

Figura 4.11.1.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012**Figura 4.11.2.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012**

4.11.6.- Planes de mejora

Como actuaciones de mejora en esta actividad se están abordando los siguientes puntos:

- i) a corto plazo, dentro del Acuerdo Voluntario vigente para el periodo 2008 – 2012:
 - mejora de la información de base en las fases de operación y mantenimiento de equipos eléctricos mediante un procedimiento de monitoreo de las operaciones de recarga sobre una muestra muy representativa del parque total de equipos de alta tensión;
 - obtención de información contrastada sobre emisiones producidas por incidentes en equipos, de forma complementaria a la información sobre operaciones de recarga en las fases de operación y mantenimiento de equipos;
- ii) a medio plazo, la Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial del MAGRAMA está considerando la posibilidad de extender el Acuerdo Voluntario más allá del año 2012, con objeto de continuar la colaboración con las empresas del sector y mejorar la información de base, especialmente en la fase de retirada de los equipos.

4.12.- Otras fuentes

Siguiendo la nomenclatura de fuentes CRF se considerarían adicionalmente otras actividades que, no siendo fuentes clave en el inventario, sí se encuadran bajo el epígrafe de procesos industriales. Seguidamente se mencionan alguna de las principales actividades de este grupo “Otras fuentes”, y que no han sido tratadas específicamente en los apartados anteriores.

- La producción de halocarburos y SF₆, con la exclusión de la fabricación de HCFC-22 (categorías 2E2 y 2E3).

En esta categoría se incluyen las emisiones fugitivas en la fabricación de HFC143-a, HFC-227ea y HFC-32, que son las únicas especies de HFC que se producen en España. La estimación de las emisiones se realiza, para las producciones de HFC-143a y HFC-227ea, aplicando el factor de emisión por defecto (0,5%) propuesto en la Sección 2.16.2 del Manual de Referencia 1996 IPCC sobre la producción del compuesto HFC considerado, dado que únicamente se ha dispuesto de estimaciones cuantitativas facilitadas por las plantas a partir del año 2003. En el caso de la producción de HFC-32 se ha dispuesto de estimaciones de emisiones de los gases asociados (HFC-23 y HFC-32) facilitadas por la única planta productora de HFC-32 a partir del año 2002 en que comenzó la producción, habiéndose incorporado dichas estimaciones en el inventario. La metodología de estimación aplicada es, por tanto, Tier 1 (hasta el año 2002) y Tier 2 (desde el año 2003) para las producciones de HFC-143a y HFC-227ea, y Tier 2 para la producción de HFC-32.

5.- USO DE DISOLVENTES Y USO DE OTROS PRODUCTOS

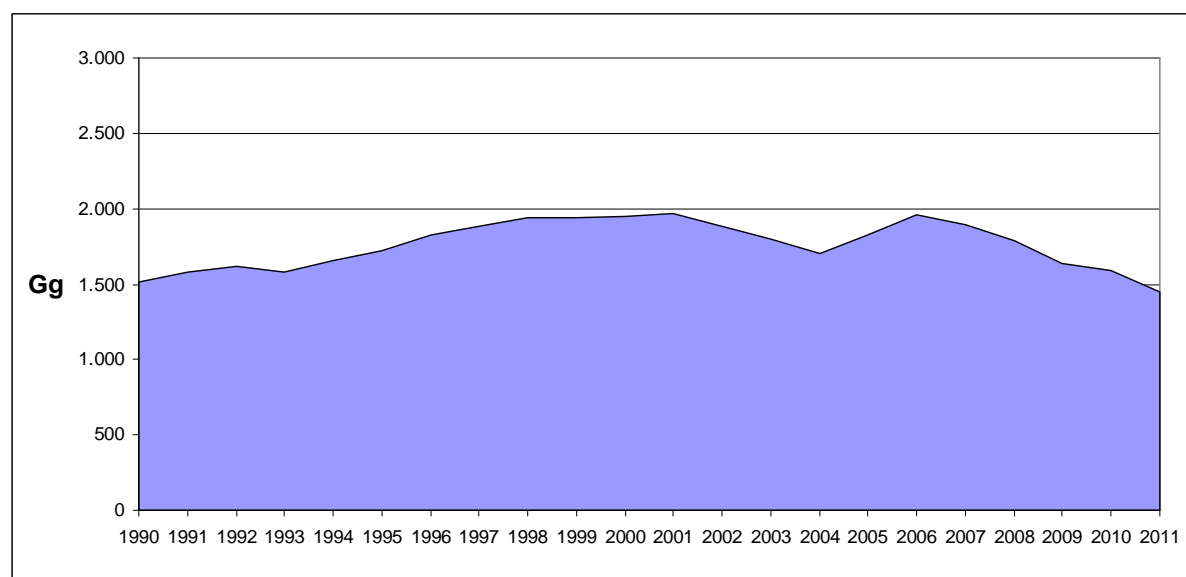
5.1.- Panorámica del sector

Las emisiones por el uso de disolventes y otros productos constituyen una fuente menor en las emisiones de gases de efecto invernadero del inventario, en gran medida por la contribución a CO₂ final procedente de las emisiones inmediatas de COVNM. En concreto en el año 2011 representan, en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq), un 0,41% de las emisiones totales del inventario, lo que supone un moderado descenso en la contribución con respecto al año 1990 en el que representaban un 0,54% del total. Por otro lado, las emisiones de CO₂-eq en este sector han registrado un descenso del 4,4% en el año 2011 con respecto al año 1990, pasando de 1.1516 Gigagramos (Gg) de CO₂-eq en 1990 a 1.449 Gg en el año 2011. En la tabla 5.1.1 se presentan en términos de CO₂-eq las emisiones por el uso de disolventes y otros productos, representándose en la figura 5.1.1 la evolución de dichas emisiones a lo largo del periodo 1990-2011.

Tabla 5.1.1.- Emisiones de CO₂ equivalente (Cifras en Gg)

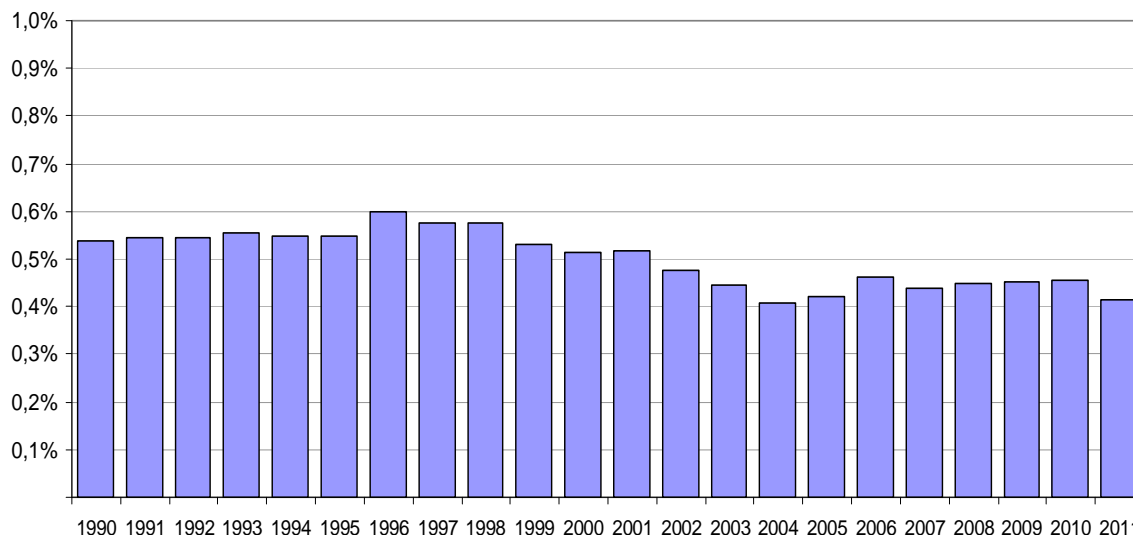
	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
3 Uso de disolventes y otros productos	1.516	1.718	1.949	1.824	1.888	1.790	1.636	1.593	1.449

Figura 5.1.1.- Evolución de las emisiones de CO₂ equivalente



Como puede observarse en la figura 5.1.2 la importancia relativa de esta categoría en el inventario es muy reducida (inferior al 0,6% a lo largo del periodo inventariado), no constituyendo una fuente clave en el inventario.

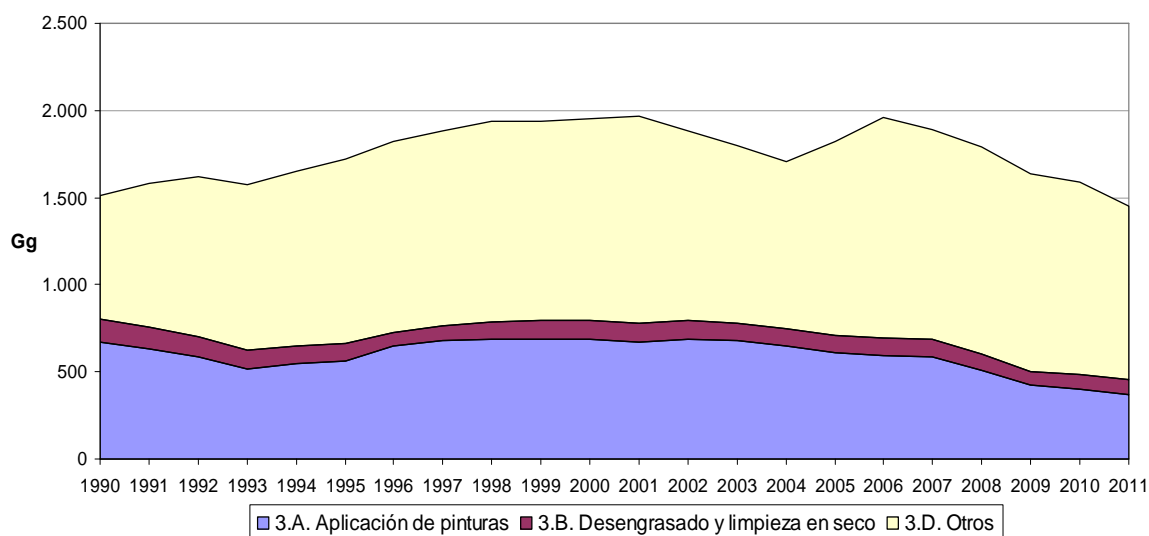
Figura 5.1.2.- Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq por categoría respecto al total del inventario



Explicación de la tendencia

La tendencia de las emisiones de CO₂-eq en este sector está determinada, en orden de importancia, por las sub-categorías 3D (Otros usos de disolventes y N₂O y actividades relacionadas), 3A (Aplicación de pintura) y 3B (Limpieza en seco y desengrasado). En la figura 5.1.3 se muestra la evolución de las emisiones de CO₂-eq de estas subcategorías.

Figura 5.1.3.- Evolución de las emisiones de CO₂-eq



Por lo que a la sub-categoría 3D se refiere, la contribución mayoritaria corresponde al uso de N_2O para anestesia, variable que muestra una tendencia general creciente hasta el año 1997, seguido de un periodo de descenso hasta el año 2004, un incremento acusado en los años 2005 y 2006, finalizando con una ralentización de la misma en los últimos años¹. Esta actividad influye notoriamente en la tendencia de la categoría dado que la contribución a las emisiones de CO_2 -eq se sitúa entre el 27,7% y el 45,3% a lo largo del periodo inventariado. En cuanto a las actividades de aplicación de pintura (sub-categoría 3A), se produce un descenso en el consumo de pinturas en el periodo 1990-1993 seguido de un posterior incremento sostenido hasta el año 2004, un ligero descenso en el año 2005, continuando con una tendencia al alza en el consumo a partir en los años 2006 y 2007, y un descenso acusado del consumo en los años 2008-2011 como consecuencia del descenso generalizado en el nivel de actividad económico del país.

5.2.- Uso de disolventes y otros productos (3)

5.2.1.- Descripción de la actividad

Este sector comprende un grupo heterogéneo de categorías en cuyos procesos lo que prima es la utilización de compuestos orgánicos volátiles excepto metano (COVNM) que se traducen en emisiones finales de CO_2 , así como otros productos que tienen un potencial de calentamiento directo (N_2O y eventualmente emisiones inmediatas de CO_2 , si bien estas últimas no se ha constatado hasta ahora en esta categoría del inventario).

En relación con los COVNM son relevantes las emisiones originadas en las categorías siguientes:

- 3A Aplicación de pintura
- 3B Limpieza en seco y desengrasado
- 3C Fabricación y tratamiento de otros productos químicos
- 3D Otros - Usos de disolventes y N_2O y actividades relacionadas

Es importante reseñar que de acuerdo con la metodología unificada de IPCC y EMEP/CORINAIR, se incluyen en el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero de este sector, además del cómputo inmediato de las emisiones de CO_2 y N_2O , las emisiones finales de CO_2 provenientes de la oxidación de las emisiones (inmediatas) de COVNM correspondiente a las categorías 3A, 3B y 3D².

¹ Esta tendencia continúa siendo objeto de investigación para ver si las fluctuaciones que se observan en determinados periodos de la serie pueden ser explicadas por un descenso puntual de cobertura del censo de empresas suministradoras de N_2O .

² Se omiten aquí las emisiones finales de CO_2 provenientes de la oxidación de las emisiones de COVNM de la categoría 3C, ya que de acuerdo con la citada metodología unificada dichas emisiones ya estarían computadas dentro de los procesos industriales de la industria química.

En cuanto al uso de N_2O , cabe mencionar que en el inventario español sólo se ha identificado como fuente emisora la utilización de este gas en anestesia, actividad que se encuadra dentro de la categoría 3D.

5.2.2.- Metodología

Para los COVNM, la metodología aplicada para la estimación de las emisiones es esencialmente la de EMEP/CORINAIR, complementada con aportaciones y consultas realizadas con IIASA y EGTEI³.

Como especificidades cabe destacar que, para algunas fuentes emisoras de especial relevancia, la información se ha recabado y procesado a nivel de planta individualizada (caso de las plantas de fabricación de automóviles). Para las restantes fuentes emisoras, la información sobre las variables de actividad procede en su inmensa mayoría de las asociaciones empresariales correspondientes, entre las que cabe destacar las siguientes: Asociación Española de Fabricantes de Pinturas y Tintas de Imprimir (ASEFAPI); Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE); Confederación Española de Empresarios de Plástico (ANAIP); Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado (ATEPA); Asociación Nacional de Poliestireno Expandido (ANAPE); Asociación de la Industria del Poliuretano Rígido (IPUR); Consorcio Nacional de Industriales del Caucho (COFACO); Asociación Nacional de Empresas para el Fomento de las Oleaginosas y su Extracción (AFOEX); Asociación Nacional de Empresas de Protección de la Madera (ANEPROMA). Asimismo, se ha utilizado en el caso de algunas actividades información de estadísticas generales, tales como la población del Instituto Nacional de Estadística (INE), la Encuesta Industrial (INE) o la publicación “La Industria Química en España” del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR)⁴.

En cuanto a los factores de emisión, la metodología utilizada trata de cuantificar el contenido de COVNM en los disolventes y otros productos que contienen estas sustancias. En su caso, se incorporan los coeficientes reductores correspondientes a las distintas técnicas de aplicación y de abatimiento de las emisiones resultantes. En particular, y para el caso de aplicación de pinturas, es especialmente relevante la diferenciación entre los distintos tipos de pinturas (al agua, al disolvente, etc.). En la medida que se dispone de información de la evolución de estas técnicas en el tiempo, los factores aparecen diferenciados para cada año.

Especial mención merece el caso de las fábricas de automóviles, para las cuales se ha realizado un tratamiento individualizado en cada planta, recabando la información sobre cantidades de concentrado y disolvente utilizadas y sus contenidos en COV en las distintas fases de las líneas de pintado del proceso productivo, así como de los procesos de recuperación y eliminación implantados en cada centro, de manera que la emisión se estima por balance de masas.

³ IIASA: International Institute for Applied Systems Analysis
EGTEI: Expert Group on Techno-Economic Issues.

⁴ Esta publicación está disponible hasta el año 2002.

Una vez que se han determinado las emisiones inmediatas de COVNM su conversión a CO₂ final se realiza utilizando el siguiente algoritmo:

$$\text{Emisión CO}_2 = \text{Emisión COVNM} \cdot 0,85 \cdot 44/12$$

donde 0,85 es el coeficiente para pasar la masa de COVNM a masa de carbono, y 44/12 para expresar la masa de carbono en masa de CO₂.

Por lo que al N₂O se refiere, las emisiones consideradas en el inventario se circunscriben, tal y como se ha mencionado anteriormente, al uso de este gas con fines anestésicos. El óxido nitroso, con su característica de mayor solubilidad en grasas que en el agua, es transportado en forma gaseosa por la sangre hasta el sistema nervioso central a través de los líquidos contenidos en este último, donde se produce un estado de completa inconsciencia o narcosis. Como muchos otros productos anestésicos volátiles, el N₂O sale del organismo sin experimentar cambios, es decir, es refractario al catabolismo de los procesos biológicos. Debido a esta propiedad la emisión de N₂O se considera igual al consumo que de dicho gas se hace para este uso. Dicho consumo se ha estimado a partir de la información facilitada por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad para los años 2000-2011, habiéndose estimado los consumos correspondientes a los años 1990-1999 mediante procedimientos de extrapolación, utilizando como información complementaria los datos suministrados para dicho periodo por una de las grandes empresas del sector.

5.2.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Las variables de actividad se han obtenido bien vía directa mediante cuestionario a las plantas o asociaciones empresariales de amplia cobertura nacional, bien a través de estadísticas derivadas de censos nacionales, estimándose una incertidumbre media del orden del 50%, dado que algunas variables se consideran proxies de variable objetivo. En cuanto a los factores de emisión, se puede asumir que la incertidumbre media se sitúa en torno al 25%.

En general se considera que las series de variables de actividad presentan un alto grado de coherencia temporal por provenir la información de fuentes de referencia estables con un nivel de cobertura contrastado a nivel nacional. Sin embargo queda pendiente consolidar la temporalización de los factores de emisión de COVNM, ya que no se ha podido determinar con precisión a lo largo del periodo inventariado en todas las actividades el grado de penetración de las nuevas tecnologías de proceso y de abatimiento.

5.2.4.- Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad cabe destacar el seguimiento que se hace de los procesos de aplicación de pintura en las plantas de fabricación de automóviles. Se solicita información para cada una de las fases de las líneas de pintado sobre consumo de concentrado y disolvente y sus correspondientes contenidos en COV, obteniéndose a partir de estos datos la cantidad de disolución utilizada, su contenido en COV y la emisión producida. De esta emisión se descuenta la cantidad que ha sido recuperada o eliminada

(reciclada, incinerada o enviada a gestor exterior) obteniéndose de este modo la emisión total de COVNM. En el caso de producirse carencias en dicha información o presentarse valores atípicos se investiga con las propias plantas las causas de las anomalías con el fin de obtener las necesarias correcciones o justificaciones de los valores correspondientes. Adicionalmente, esta información permite contrastar los datos entre plantas, obteniéndose ratios de consumos y emisiones (por vehículo pintado y por superficie tratada) utilizables para realizar procedimientos de verificación de la información facilitada. En la tabla 5.2.1 se presenta el modelo de solicitud de información necesaria para realizar este balance de masas.

Tabla 5.2.1.- Cuestionario aplicación de COV en fábricas de automóviles

PROCESO	CONCENTRADO		DISOLVENTE		DISOLUCIÓN		COV TOTAL
	kg	% COV	kg	% COV	kg	% COV	kg
1.- Aplicación de pintura							
Cataforesis							
Productos PVC (masillas, másticos)							
Imprimación (aprestos, sellados)							
Lacas							
Retoques							
Ceras protección							
± Ajustes							
2.- Desengrasado y limpieza industrial							
Desengrasado de metales							
Otra limpieza industrial							
Total fabricación (1 + 2)							
3. Mantenimiento							
TOTAL CONSUMO (1 + 2 + 3):							
Recuperación (reciclado)							
Eliminación (incineración)							
Envío a gestor exterior							
EMISIÓN							

Otro control de calidad realizado ha sido el correspondiente a la actividad de aplicación de pintura para decoración y construcción. En este caso se ha tenido en cuenta la reducción a lo largo del periodo inventariado de los contenidos de COV en las pinturas como consecuencia de la aplicación de las diferentes normativas medioambientales al respecto. Esta tarea de contrastación, que se ha abordado conjuntamente con las correspondientes asociaciones sectoriales, permite reflejar el incremento que se produce en el uso de pinturas al agua con respecto a las pinturas al disolvente, así como la consiguiente disminución a lo largo del tiempo de las emisiones de COVNM tanto en valores absolutos como en términos relativos (emisión por tonelada de pintura aplicada).

5.2.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se describen los cambios realizados en la estimación de las emisiones de este conjunto de actividades.

- Con el fin de reflejar la evolución del contenido de disolventes en las pinturas utilizadas a lo largo de los años, así como la penetración de las técnicas de reducción de emisiones implantadas en cada sector de aplicación, se han revisado los factores de emisión de COVNM para todo el periodo 1990-2010 de las siguientes actividades de aplicación de pintura (categoría 3A):

- i) aplicación de pintura: reparación de vehículos;
- ii) aplicación de pintura: madera;
- iii) otras aplicaciones de pintura en la industria y;
- iv) otras aplicaciones no industriales de pintura,

tomando como referencia, por una parte los contenidos máximos de COV por tipo de producto definidos en el Real Decreto 227/2006⁵ sobre limitación de las emisiones de COV debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas pinturas y barnices y en los productos de acabado de vehículos; y por otra parte, los factores de emisión propuestos por las Guías EMEP/CORINAIR en sus ediciones 2006 y 2007 y en la Guía EMEP/EEA 2009⁶.

Cabe destacar que en el caso de las actividades de aplicación de pintura: madera, otras aplicaciones de pintura en la industria y otras aplicaciones no industriales de pintura, se ha obtenido información sobre contenido medio en disolvente por tipo de producto procedente de una empresa fabricante de pinturas representativa del sector, para los años 2005 y 2009.

Con respecto a la determinación de la evolución temporal de los factores de emisión, se han seleccionado dos puntos de referencia para la serie a) el año base (1990), para el que se ha seleccionado el factor de emisión considerado más apropiado de los propuestos en las Guías EMEP/CORINAIR 2006 y 2007 y EMEP/EEA 2009 y b) el año de implementación del Real Decreto 227/2006 y, en su caso, los años para los que se ha obtenido información primaria directamente del sector, para los que se ha estimado un contenido medio en disolvente característico de los productos tipo de cada actividad y una reducción de emisiones asociada (seleccionada entre las reducciones definidas y caracterizadas por las Guías EMEP/CORINAIR y EMEP/EEA). Para los años intermedios, se ha estimado una penetración lineal, tanto de los contenidos medios de disolvente en los productos, como de la implementación de técnicas de reducción.

- En la actividad de desengrasado de metales (categoría 3B), se ha revisado para los años 1997-2010 la variable de actividad (número de empleados) utilizada en la estimación de las emisiones.

⁵ Este Real Decreto traspone la Directiva 42/2004/CE, relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas pinturas y barnices y en los productos de renovación del acabado de vehículos.

⁶ Los factores de emisión diferencian dos componentes: los contenidos en disolvente de los productos y las técnicas de reducción implantadas en cada sector de aplicación.

- En la actividad de uso doméstico de disolventes (categoría 3D5), se ha modificado el factor de emisión de COVNM, que pasa del valor de 2 kg COVNM/(hab*año), utilizado en la edición 2012 del inventario⁷, al valor de 1,5 kg COVNM/(hab*año). Este nuevo valor del factor de emisión es el que se considera representativo como valor central (evitando la sobrestimación o subestimación), y corresponde a un valor intermedio del rango de factores de nueve países EU-15 que utilizan un enfoque (Tier) de nivel 2⁸. Esta modificación supone un descenso de las emisiones que varía entre los 60,5 Gg de CO₂ del año 1990 y los 71,8 Gg de CO₂ del año 2010.
- De forma análoga a la estimación de la evolución temporal de los factores de emisión de COVNM en las actividades de aplicación de pintura anteriormente mencionadas, se han revisado los factores de emisión de COVNM de las actividades de la categoría 3D5 de extracción de grasas y aceites, aplicación de colas y adhesivos y protección de la madera, reflejando la evolución de los contenidos en disolvente en los productos de cada una de estas actividades así como la penetración de las técnicas de reducción de emisiones. La determinación de la evolución temporal se ha basado en los factores de emisión definidos y caracterizados por las Guías EMEP/CORINAIR 2006 y 2007 y EMEP/EEA 2009 y en el efecto inducido en estas actividades por el Real Decreto 227/2006.
- Adicionalmente, en la actividad de extracción de grasas y aceites (categoría 3D5) se ha revisado la variable de actividad (toneladas de disolvente utilizado) correspondiente al año 2010.
- Se ha actualizado la variable de actividad relativa al uso de N₂O en anestesia (categoría 3D1) para el todo el periodo 1990-2010, de acuerdo con la información facilitada por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, tras haberse detectado un error en los datos facilitados por una de las principales empresas del sector. Esta modificación es el cambio de mayor relevancia dentro de este sector, ya que supone descensos en las emisiones de CO₂-eq que oscilan entre 367 Gg de CO₂-eq del año 1990 y 1.196 Gg de CO₂-eq del año 2010.

En conjunto, estos nuevos cálculos suponen variaciones a la baja en las emisiones de CO₂-eq, que oscilan entre los 293 Gg de CO₂-eq del año 1990 y los 1.346 Gg de CO₂-eq del año 2010.

La comparación de resultados de las emisiones de CO₂-eq entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos de valores absolutos en la figura 5.2.1 y en

⁷ El factor de 2 kg COVNM/(hab*año) utilizado en la edición 2012 del inventario tenía como referencia a IIASA: International Institute for Applied Systems Analysis. Interim Report IR-00-51, pág. 9, tabla 14 (valor para *Western Europe*)

⁸ Cinco países (Austria, Francia, Irlanda, Italia y Reino Unido) tienen factores de emisión implícitos por encima de 1,5 kg COVNM/(hab*año), y cuatro países (Bélgica, Finlandia, Alemania y Países Bajos) tienen factores de emisión por debajo de dicho valor. Los límites superior e inferior del rango de factores corresponden a Reino Unido (2,09 kg COVNM/(hab*año)) y Finlandia (0,86 kg COVNM/(hab*año)), cuya media resulta ser de 1,48 kg COVNM/(hab*año), mientras que la media simple de los factores de estos nueve países es de 1,55 kg COVNM/(hab*año).

términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 5.2.2. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO₂-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en esta actividad se sitúa en valores entre el -16,2% del año 1990 y el -45,8% del año 2010.

Figura 5.2.1.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs. 2012

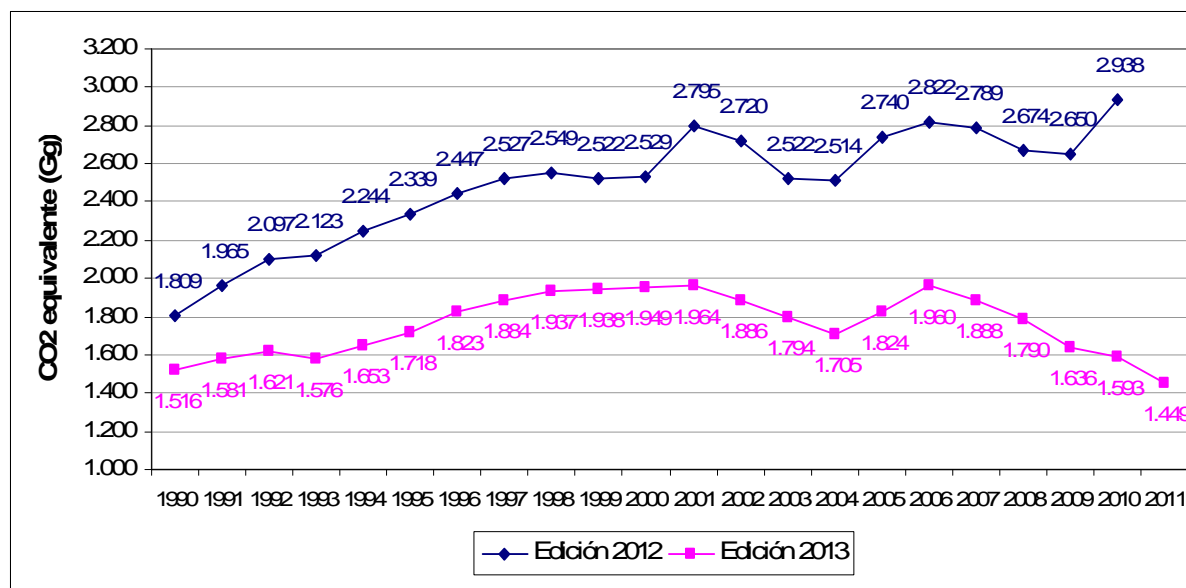
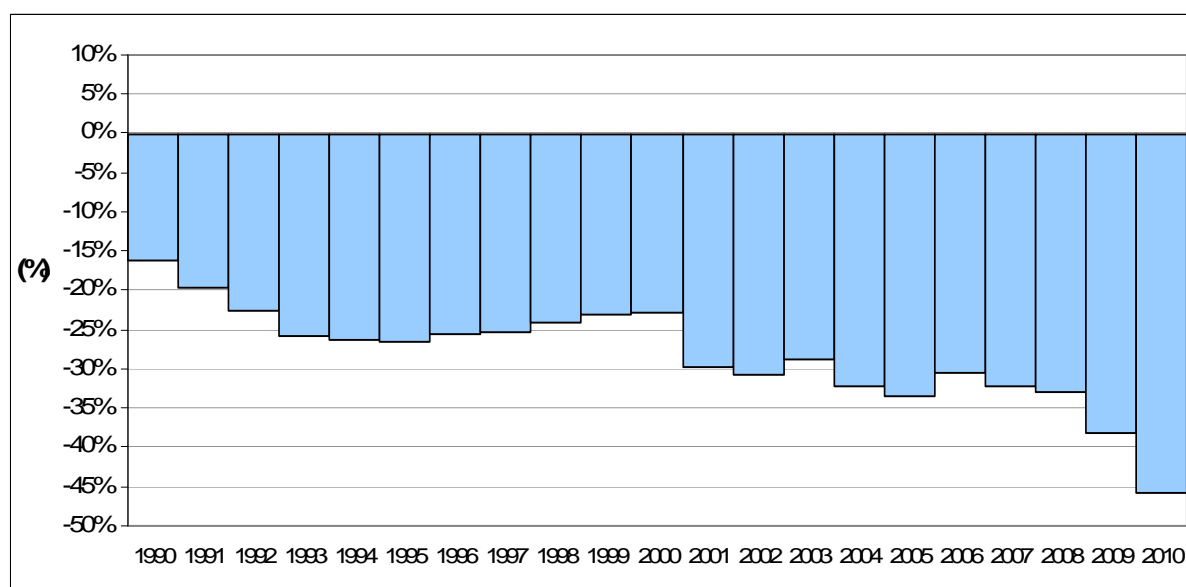


Figura 5.2.2.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs. 2012



5.2.6.- Planes de mejora

Dentro de este sector, se sigue trabajando en un conjunto de tareas que tienen por objetivo continuar con las mejoras ya introducidas en la presente edición sobre la estimación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (y su incidencia en las emisiones de CO₂-eq) con prioridad en las actividades de aplicación de pintura, uso doméstico de disolventes, artes gráficas y aplicación de colas y adhesivos. Asimismo, y como se ha comentado más arriba, se sigue trabajando en la investigación de las causas que originan las fluctuaciones que se presentan en la serie de consumo de N₂O con fines anestésicos.

6.- AGRICULTURA

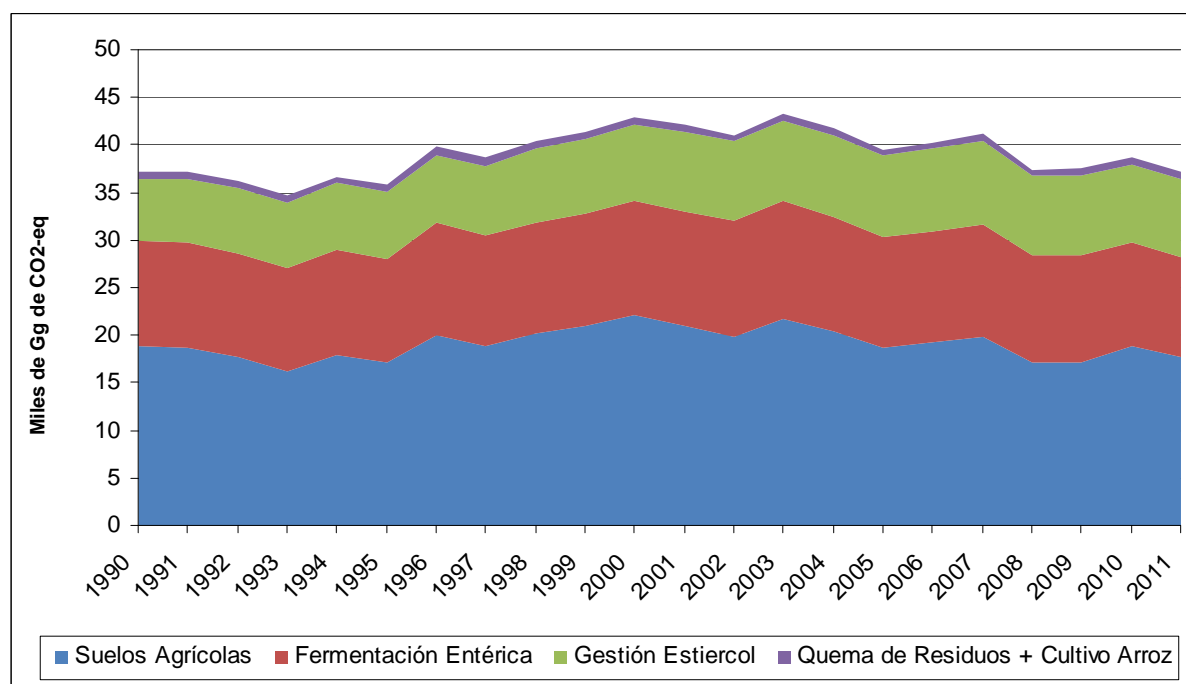
6.1.- Panorámica del sector

Las emisiones del sector Agricultura, cuya evolución se muestra en la tabla 6.1.1 y en la figura 6.1.1, han experimentado entre 1990 y 2011 un incremento del 0,2%, pasando de 37.209 Gg a 37.279 Gg de CO₂-eq (CO₂ equivalente).

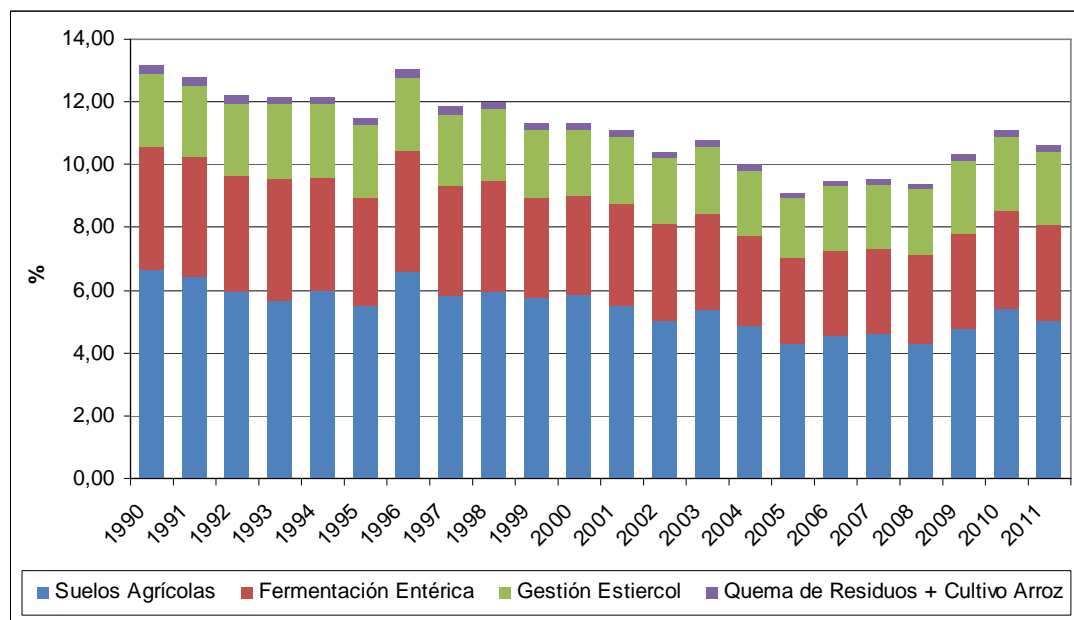
Tabla 6.1.1.- Emisiones de CO₂ equivalente (cifras en Gigagramos)

Categoría	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Suelos Agrícolas	18.807	17.141	22.146	18.642	19.905	17.167	17.251	18.811	17.728
Fermentación Entérica	11.120	10.951	11.931	11.757	11.795	11.246	11.161	10.943	10.515
Gestión Estiércol	6.517	7.098	8.109	8.494	8.807	8.436	8.364	8.219	8.265
Quema de Residuos + Cultivo Arroz	765	648	769	630	691	642	770	770	770
Agricultura	37.209	35.837	42.954	39.523	41.199	37.491	37.547	38.744	37.279

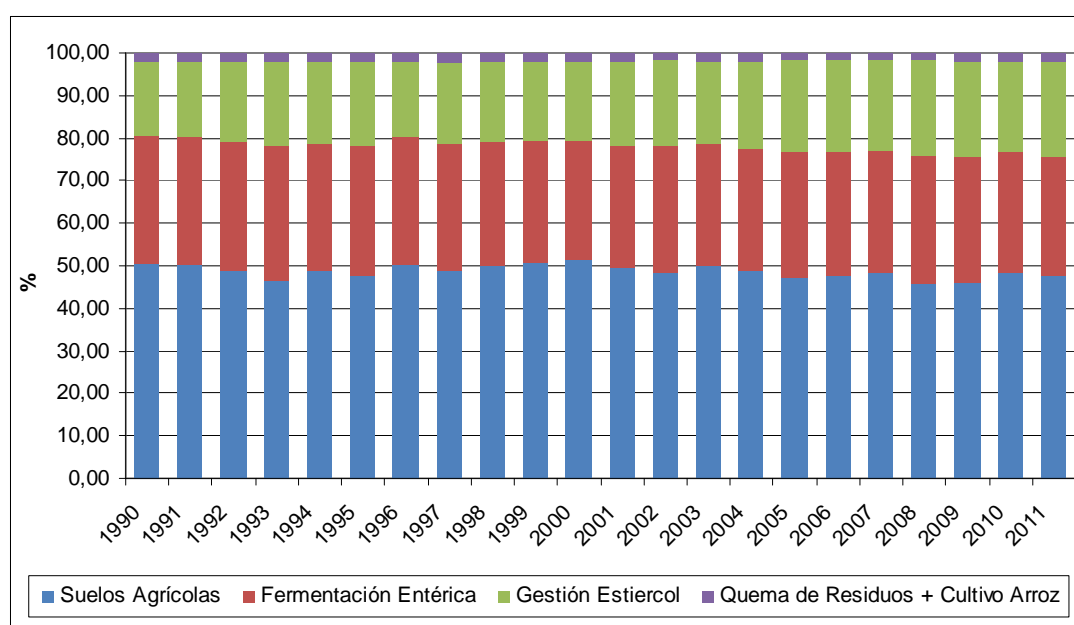
Figura 6.1.1.- Evolución de las emisiones de CO₂ equivalente



Las emisiones de la agricultura representan en el año 2011, como puede observarse en la figura 6.1.2, un 10,6% de las emisiones totales españolas de CO₂-eq, lo que supone, pese al incremento de las emisiones absolutas de esta actividad, un descenso en su contribución al total del inventario en comparación con el año 1990 en el que representaban un 13,2% del total.

Figura 6.1.2.- Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq por categoría respecto al total del inventario

En la figura 6.1.3 puede observarse que la distribución entre categorías de las emisiones de este sector no ha experimentado grandes variaciones en el periodo inventariado. De mayor a menor contribución, para el año 2011, pueden citarse los Suelos Agrícolas, con más del 47,6% de las emisiones del sector, seguido por la Fermentación Entérica (28,2%) y la Gestión de Estiércoles (22,2%).

Figura 6.1.3.- Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq por categoría respecto al total del sector

Categorías clave

En este sector todas las categorías clave son emisoras, no sumideros, por lo que pueden denominarse “fuentes clave”. Las categorías clave identificadas para el periodo 1990-2011, considerando la combinación de actividad con gas, según se muestra en las tablas 6.1.2 y 6.1.3, y ordenadas de mayor a menor contribución en el nivel a las emisiones del inventario en el año 2011, son:

- Fermentación entérica en ganado doméstico (CH₄): Fuente por nivel de emisión en el año base¹ y por nivel y tendencia en el año 2011 (Tier 1). Fuente por nivel en 2011 (Tier 2).
- Suelos agrícolas - Emisiones directas (N₂O): Fuente por nivel de emisión en el año base y por nivel y tendencia en el año 2011 (Tier 1). Fuente por nivel y tendencia en el año 2011 (Tier 2).
- Suelos agrícolas - Emisiones indirectas (N₂O): Fuente por nivel de emisión en el año base y por nivel y tendencia en el año 2011 (Tier 1). Fuente por nivel y tendencia en el año 2011 (Tier 2).
- Gestión de estiércol (CH₄): Fuente por nivel de emisión en el año base y en el año 2011 (Tier 1).
- Suelos agrícolas – Producción animal (N₂O): Fuente por nivel de emisión en el año base y en el año 2011 (Tier 1). Fuente por nivel y tendencia en 2011 (Tier 2).
- Gestión de estiércol (N₂O): Fuente por nivel de emisión en el año base y en el año 2011 (Tier 1). Fuente por nivel en 2011 (Tier 2).

Tabla 6.1.2.- Fuentes clave: contribución al nivel. Año base

Actividad IPCC		Gas	CO ₂ -eq	Contribución al nivel		
				Tier 1		
Código	Descripción			%	Fuente clave	Nº orden
4A	Fermentación Entérica	CH ₄	11.120	3,9%	S	8
4B	Gestión de estiércol	CH ₄	5.172	1,8%	S	14
4B	Gestión de estiércol	N ₂ O	1.345	0,5%	S	27
4D1	Suelos Agrícolas - Directas	N ₂ O	9.285	3,3%	S	10
4D2	Suelos Agrícolas – Prod. Animal	N ₂ O	2.473	0,9%	S	19
4D3	Suelos Agrícolas - Indirectas	N ₂ O	7.049	2,5%	S	12

Orden: Número de orden de la categoría en la relación de fuentes clave (ordenada según contribución al nivel).

¹ En las referencias sucesivas a “año base”, debe entenderse el año 1990 para los gases principales (CO₂, CH₄ y N₂O) y 1995 para los F-gases. Las estimaciones corresponden al año base de la edición corriente del Inventario, la que cubre la serie 1990-2011.

Tabla 6.1.3.- Fuentes clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2011

Actividad IPCC		Gas	CO2- eq	Contribución al nivel						Contribución a la tendencia					
				Tier 1			Tier 2			Tier 1			Tier 2		
Código	Descripción			%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden
4A	Fermentación Entérica	CH4	10.515	3,0%	S	10	0,8%	S	20	1,5%	S	16	0,6%	N	28
4B	Gestión de estiércol	CH4	6.611	1,9%	S	17	0,5%	N	28	0,1%	N	44	0,0%	N	59
4B	Gestión de estiércol	N2O	1.654	0,5%	S	25	1,4%	S	16	0,0%	N	74	0,0%	N	74
4D1	Suelos Agrícolas - Directas	N2O	8.513	2,4%	S	13	28,2%	S	1	1,4%	S	17	23,4%	S	1
4D2	Suelos Agrícolas – Prod. Animal	N2O	2.502	0,7%	S	24	2,1%	S	12	0,3%	N	30	1,1%	S	17
4D3	Suelos Agrícolas - Indirectas	N2O	6.713	1,9%	S	16	10,9%	S	2	0,9%	S	20	7,7%	S	4

Orden: Número de orden de la categoría en la relación de fuentes clave (ordenada según contribución al nivel o a la tendencia).

Explicación de la tendencia

Las emisiones debidas a la agricultura, véase tabla 6.1.1, presentan una tendencia al alza, modulada puntualmente por picos y valles, con un incremento a lo largo del periodo inventariado del 0,2%.

Esta tendencia es el resultado del aumento de las emisiones de la actividad de gestión de estiércoles (4B), que están relacionadas en gran medida con la dimensión de la cabaña ganadera. Durante el periodo 1990-2011 algunas especies animales han experimentado un gran incremento del número de efectivos, destacando el vacuno no lechero y el porcino, con aumentos del 48,9% y 56,0% respectivamente, que se producen fundamentalmente hasta el año 2004 en el que se estabilizan los censos (ver figura 6.2.3), provocando, por tanto, un aumento de las emisiones a lo largo de la serie. Pese a este aumento del número de efectivos de vacuno no lechero y porcino, la actividad de fermentación entérica (4A) sufre una reducción de sus emisiones de un 5,4%, debido a la caída de las emisiones del vacuno lechero y ovino, ambas motivadas por el retroceso en el tamaño de su cabaña ganadera.

Sobre esa pauta general, véase figura 6.1.1, se superponen una serie de picos y valles motivados principalmente por las variaciones en las emisiones de la actividad suelos agrícolas (4D). La fuente de estas variaciones interanuales es la aplicación de nitrógeno (N) en forma de fertilizantes sintéticos a los suelos (subapartado de la actividad 4D1, emisiones directas). En la tabla 6.4.2, véase pág. 6.28, pueden observarse los aportes de N a los suelos por tipo de fuente fertilizante y la importancia de los fertilizantes sintéticos, en términos de N aplicado, dentro de estas fuentes. Además, estas variaciones se ven intensificadas por la contribución de las emisiones de la actividad 4D3, emisiones indirectas, pues en ellas inciden los aportes de N directos de la actividad 4D1 (y también 4D2) en la que se incluyen los ya mencionados fertilizantes sintéticos.

Pese a la introducción de nuevas reglamentaciones concernientes a la quema en campo abierto de residuos agrícolas (4F) que prohíben paulatinamente la quema de la práctica totalidad de los cultivos, estas regulaciones no son preponderantes en las variaciones de esta actividad. La principal fuente de variación experimentada en las emisiones, pese a dichas reglamentaciones, es la quema en el campo de los residuos de la

poda del olivar y el viñedo, para los cuales, y como excepción a la regla mayoritaria, no hay reducción en el porcentaje de quema de sus residuos.

En respuesta a sucesivas preguntas formuladas por los equipos revisores de la Secretaría del Convenio Marco sobre Cambio Climático (ERT), y pese a su muy reducida influencia en la tendencia, se explica seguidamente la variación interanual en los factores de emisión de fermentación entérica (4A) para el ovino. Estas ligeras variaciones interanuales no se deben a variaciones metodológicas sino a cambios en la composición de la cabaña ganadera de cada una de estas categorías animales consideradas por IPCC. Estas categorías IPCC están constituidas por la agrupación de varias categorías de animales del Inventario Español², cada una de las cuales tiene estimado su propio factor de emisión. En particular, el ovino se compone de 8 categorías diferentes. Dado que la composición según grupos de cada categoría animal de IPCC varía año a año, es decir, el porcentaje que representa cada grupo del Inventario en el total de una categoría animal de IPCC no es constante para todos los años de la serie, el factor de emisión ponderado de la categoría IPCC varía consiguientemente produciendo las correspondientes fluctuaciones anuales en el factor de emisión medio.

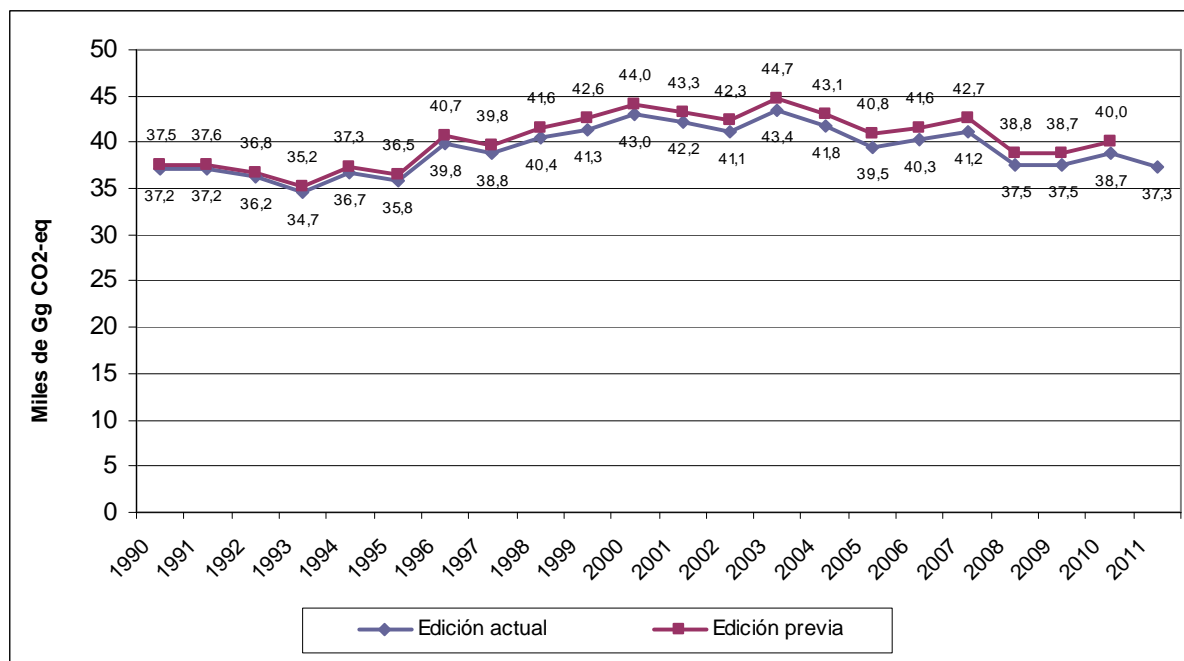
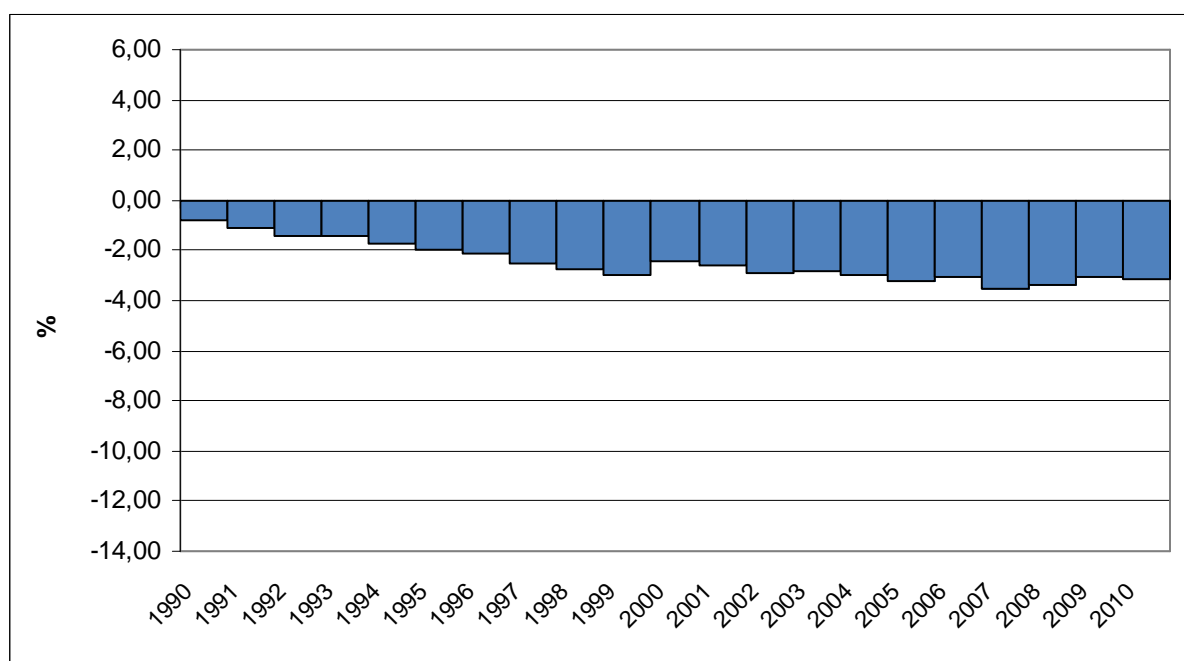
Nuevos cálculos

Como puede apreciarse en la figura 6.1.4 y en la figura 6.1.5 se han producido unas variaciones con diferencias entre el -0,8% y el -3,5%, en las emisiones estimadas en la presente edición del Inventario con relación a las estimadas en la edición anterior del mismo.

En esta edición del inventario, se ha realizado una completa actualización de la metodología de estimación de las emisiones del vacuno, tanto lechero como no lechero. La nueva metodología implantada afecta a las actividades de fermentación entérica y gestión de estiércoles (CH_4 y N_2O) y, dado que parte de sus estiércoles son aplicados al campo, a la fertilización orgánica de suelos agrícolas.

Afectando exclusivamente a las actividades agrícolas, se han modificado los datos para compost de 2010, debido a la actualización de los mismos en el libro “Medio Ambiente en España”. Asimismo, afectando las emisiones directas de N_2O , se ha actualizado la metodología de estimación del amoníaco para los fertilizantes sintéticos, resultando en un menor contenido de N disponible para su volatilización como N_2O y, por tanto, en una ligera reducción de sus emisiones.

² De ahora en adelante, se entenderá por “animales” las distintas especies (bovino, ovino, porcino...), por “categoría” a la subdivisión de las anteriores especies en las clases consideradas en el Anuario de Estadística del MAGRAMA y por “raza” a las distintas estirpes genéticas en España (frisona, pirenaica, morucha, etc.).

Figura 6.1.4.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación eds. 2013 vs. 2012**Figura 6.1.5.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual eds. 2013 vs. 2012**

6.2.- Fermentación entérica en ganado doméstico - CH₄ (4A)

6.2.1.- Descripción de la actividad emisora

En esta actividad se consideran las emisiones de metano provenientes de la fermentación entérica de la cabaña ganadera. La cantidad de metano producida y emitida por los animales depende básicamente de la constitución de su aparato digestivo y su dieta alimentaria.

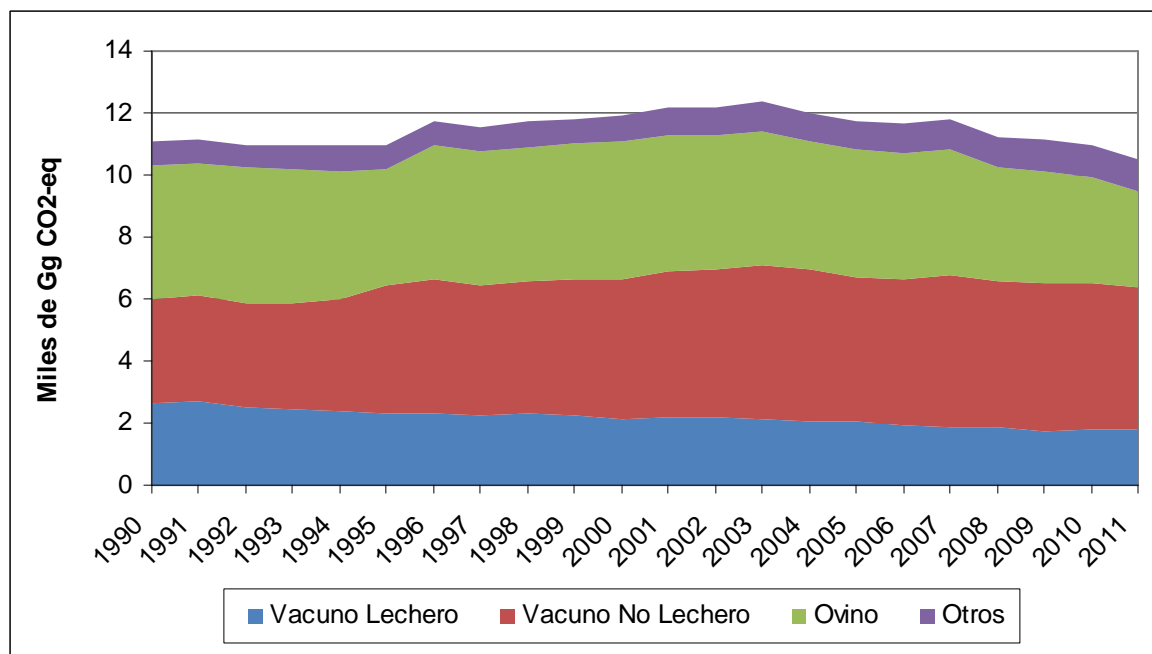
El tipo de aparato digestivo tiene una influencia determinante en los niveles de emisión de metano. Así, los rumiantes son las especies con mayores tasas de emisión a causa del tipo de fermentación generadora de metano que tiene lugar en su rumen. En España, las principales especies rumiantes incluyen: vacuno, ovino y caprino. Por su parte, las tasas de emisión de metano son muy inferiores en los animales pseudo-rumiantes (caballos, mulas y asnos) y en los animales monogástricos (porcino).

En cuanto a la dieta, puede decirse que, cuanto mayor sea la ingesta y menor la digestibilidad de las materias que componen la dieta, mayores serán, en términos generales, las emisiones de metano. Por su parte, la ingesta animal se relaciona positivamente con el tamaño del animal, su tasa de crecimiento y elementos de producción (leche, lana, crías, etc.).

En el periodo inventariado las emisiones de esta actividad, como puede verse en la tabla 6.2.1 y en la figura 6.2.1, disminuyeron un 5,4%, pasando de 11.120 Gg de CO₂-eq de 1990 a 10.515 Gg de CO₂-eq en el año 2011. El principal responsable de esta subida es el vacuno no lechero, con un aumento de 57,9 Gg de CH₄ (1.215 Gg de CO₂-eq) lo que representa un 35,7% de subida. El porcino y los caballos también experimentan un importante incremento del 61,8% y 104,9%, pero dado su reducido peso en las emisiones de este gas, ello sólo supone un aumento de 189 y 97 Gg de CO₂-eq respectivamente. Las variaciones de emisiones de estas dos categorías de animales son esencialmente debidas al incremento del número de cabezas, no a una variación importante en su factor de emisión. Por otro lado, tanto el ganado ovino, como el caprino y el vacuno de leche registran una reducción de sus emisiones del 27,2%, 26,5% y 31,9% respectivamente, motivadas por el descenso del número de efectivos. La caída de un 18,7% del número de mulas y asnos conlleva una reducción idéntica de sus emisiones, si bien, dada su menor importancia en términos absolutos, la reducción sólo representa 8,0 Gg de CO₂-eq.

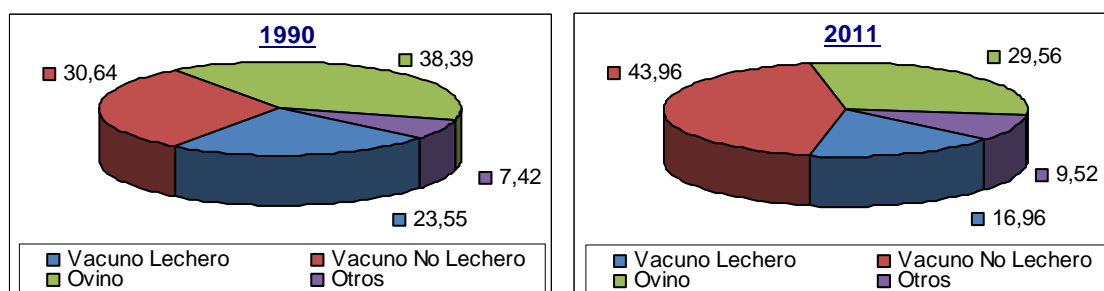
Tabla 6.2.1.- Emisiones de CO₂ equivalente (Cifras en Gigagramos)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Vacuno de Leche	2.619	2.301	2.153	2.043	1.886	1.850	1.771	1.794	1.783
Vacuno no de Leche	3.407	4.120	4.477	4.695	4.897	4.736	4.727	4.713	4.622
Ovino	4.269	3.784	4.448	4.090	4.038	3.663	3.656	3.422	3.109
Otros	825	747	853	929	974	997	1.007	1.014	1.001
Total	11.120	10.951	11.931	11.757	11.795	11.246	11.161	10.943	10.515

Figura 6.2.1.- Emisiones de CO₂ equivalente

En la figura 6.2.2 se muestra la contribución relativa a las emisiones de cada una de las actividades que componen la categoría 4.A. En el año 1990 aparece como principal fuente emisora el ovino (4A3) con un 38,4% de las emisiones, seguido de cerca por el vacuno no lechero (4A1b) con el 30,6% y luego, con menor importancia, 23,5%, el vacuno lechero (4A1a). Las principales fuentes de CH₄ en esta categoría son, en el año 2011, el vacuno no lechero con un 44,0% de las emisiones, seguido por el ganado ovino con el 29,6% y el vacuno lechero con el 17,0% de las emisiones. El resto de animales, en su conjunto, no llega a representar, en ninguno de dichos años un 10% de las emisiones.

Se aprecia el gran aumento de la importancia de las emisiones de vacuno no lechero, pasando del 30,6% al 44,0%, motivado por el aumento de su número de individuos. Las otras dos grandes fuentes (vacuno lechero y ovino) experimentan sendos retrocesos en su importancia como fuentes.

Figura 6.2.2.- Distribución de las emisiones del grupo 4A

6.2.2.- Aspectos metodológicos

Elección del método

Se han usado tres enfoques metodológicos en esta actividad: una metodología nacional de nivel 2 para el vacuno y porcino, una de nivel 2 de IPCC para el ovino y una de nivel 1 para el resto de animales.

Para la selección del método, salvo en las especies para las que se dispone de la nueva metodología nacional, se ha adoptado el criterio expuesto en la figura 4.2 (Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC). Debido a la no disponibilidad de estadísticas de muchos de los parámetros requeridos por el enfoque de nivel 2 se ha procedido a la obtención de estos datos a partir de fuentes con metodologías nacionales que se basan en las estadísticas existentes.

Variables de actividad

Los datos de la variable de actividad proceden del Anuario de Estadística³, y de las “Encuestas Ganaderas”⁴, ambas publicaciones oficiales del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en adelante MAGRAMA.

Los documentos del MAGRAMA anteriormente citados presentan la información del número de animales de una manera mucho más desagregada que los requerimientos de información de IPCC. Por lo tanto, dada la relevancia que para el cálculo de estas emisiones supone la utilización de la información más desagregada por categoría animal, se ha adoptado la estructura de categorías de la fuente del MAGRAMA. Para el caso del ganado bovino, el porcino y las aves, se ha optado por una desagregación ulterior de dichas categorías, con el fin de adecuarse a la nueva metodología. La información sobre estas categorías animales puede consultarse en el Anexo 3.2.I.

En el caso del ganado vacuno y porcino, en que se dispone de más de una estadística por año (mayo y noviembre)⁵ se usan todas ellas para el cálculo de la media anual del número de cabezas de cada categoría animal. En el caso del porcino las estadísticas diferencian además entre porcino en régimen extensivo⁶ (cerdo de estirpe ibérica) y total porcino (compuesto por cerdos de estirpe ibérica y blanca). Así, el número de cabezas de porcino blanco (siempre presente en régimen intensivo) se obtiene de la resta del número de

³ Este documento está disponible digitalmente en:

<http://www.magrama.es/es/estadistica/temas/anuario-de-estadistica/default.aspx>

⁴ Para años anteriores se tomaba también información de los “Boletines Mensuales de Estadística”.

⁵ Anteriormente, se realizaban en junio y diciembre para el vacuno; y abril, agosto y diciembre para el porcino.

⁶ Pese a estar referido en el Anuario de Estadística del MAGRAMA como “extensivo”, estas estadísticas se refieren al cerdo de estirpe ibérica, que no siempre se encuentra en régimen extensivo (véase documento Bases zootécnicas para el cálculo del balance de nitrógeno y de las emisiones de gases producidas por la actividad ganadera en España del MAGRAMA).

animales de raza ibérica (extensivo) del total (blanco = total – ibérico), realizado a nivel de provincia y categoría animal.

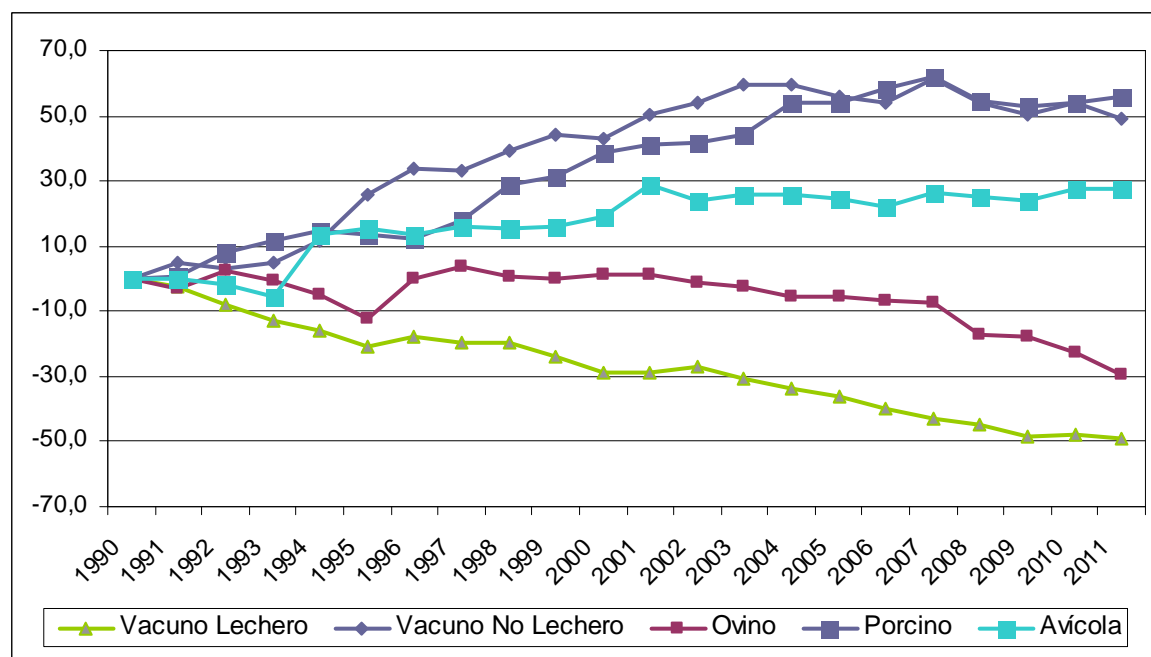
En la tabla 6.2.2 y en la figura 6.2.3 se muestra la evolución del número de cabezas animales de las distintas especies. En el periodo 1990-2011 se registra un aumento significativo del vacuno no lechero (48,9%), así como del porcino (56,0%), fundamentalmente hasta el año 2004 en el que se estabilizan los censos de estas especies, mientras que el vacuno lechero, el ovino y el caprino experimentan un retroceso en el número de animales (49,2, 29,3 y 26,5% respectivamente).

Cabe señalar, que para los equinos (caballos, mulas y asnos), se dispone exclusivamente de información de cabezas del censo de 1986, de la encuesta de 1999 y del Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA) para los años 2007 a 2011. Al disponerse únicamente de la información de cabezas de estos años, se ha procedido a realizar una interpolación para el resto de años de la serie inventariada. Finalmente, explicar que la categoría “otros avícola” está formada por pavos, patos y ocas.

Tabla 6.2.2.- Número de animales (número medio de plazas ocupadas)

Animal	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Vacuno No Lechero	3.470.656	4.356.860	4.956.310	5.399.618	5.608.671	5.345.224	5.216.504	5.336.332	5.169.235
Caballar	244.799	241.075	249.213	304.801	327.036	411.428	446.596	492.138	501.541
Caprino	3.663.314	2.522.528	2.829.959	2.904.691	2.891.574	2.959.329	2.933.781	2.903.778	2.692.898
Porcino	16.370.967	18.613.916	22.752.492	25.225.916	26.553.508	25.362.100	25.046.181	25.203.454	25.540.326
Avícola	125.292.396	144.755.072	149.163.453	155.807.207	158.587.387	156.884.899	155.464.626	159.705.657	159.844.082
Otros Avícola	14.024.101	17.205.721	20.988.421	20.621.566	24.277.820	18.472.329	16.423.086	17.929.529	16.672.630
Mulas y Asnos	203.103	136.054	85.709	102.185	108.775	137.869	148.534	162.306	165.203
Ovino	24.037.017	21.070.804	24.399.645	22.749.471	22.194.257	19.952.282	19.718.198	18.551.647	17.002.721
Vacuno Lechero	1.610.541	1.278.120	1.149.794	1.028.249	918.840	888.722	833.344	841.435	817.386

Figura 6.2.3.- Variación respecto al año base del número de efectivos



Algoritmo de estimación de emisiones

Para las categorías animales en las que se sigue el enfoque de nivel 1 se ha usado el factor de emisión (FE) por defecto de IPCC para países desarrollados (tabla 4-3, Manual Referencia 1996 IPCC).

Para el ovino se ha utilizado el enfoque de nivel 2. Ahora bien, dadas las carencias de información por defecto en las referencias de IPCC para diversos parámetros requeridos por este enfoque y por el nivel de desagregación de las categorías animales con que se trabaja en el inventario nacional, se han adoptado procedimientos nacionales propios para la obtención de los valores de estos parámetros. Estos procedimientos se basan principalmente en la estimación de los parámetros de las categorías animales mencionadas a partir de datos disponibles en la bibliografía para las distintas razas ovinas existentes en España.

En el caso del vacuno y el porcino se ha utilizado un enfoque de nivel 2 con metodología nacional, recogido en el documento Zootécnico⁷. Sobre la base de los estudios realizados dentro del marco del Grupo de Trabajo para la Ganadería en el Inventario (GT GAN-INV) se ha desarrollado una metodología propia nacional, diferenciada entre las dos principales estirpes existentes en la península, la ibérica y la blanca, basada en balances alimentarios y necesidades energéticas.

En este apartado se procede a continuación a explicar estas metodologías por especie animal.

Ganado Ovino

La mayor parte de los parámetros necesarios para el enfoque de nivel 2 en el ovino han sido obtenidos de datos bibliográficos de las distintas razas existentes en España. Para cada una de estas razas se dispone de los datos de base, véase tabla 13 del documento MAPA (2000)⁸, y de los porcentajes de presencia de cada una de ellas por provincia, véase tabla 14 del documento MAPA (2000). Combinando estos datos se obtienen los parámetros requeridos para el ovino medio de cada provincia.

El peso de las distintas categorías no está disponible en la bibliografía y se necesita, por tanto, como en el caso del ganado vacuno, de una metodología para su cálculo. Esta metodología se encuentra descrita en el epígrafe 3.4.2 del documento UPV (Junio 2006).

Los coeficientes (Cf_i), usados en el cálculo de la energía de mantenimiento, según el tipo de animal (tabla 4.4 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC) se han adaptado a las categorías de ovino definidas. Análogamente se ha procedido con el parámetro C_a , usando los valores de la tabla 4.5 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. También se han

⁷ [Zootécnico] MAGRAMA. "Bases zootécnicas para el cálculo del balance de nitrógeno y de las emisiones de gases producidas por la actividad ganadera en España". Madrid, 2010.

⁸ MAPA (2000). *Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero, agricultura año 2000*, informe inédito, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2002.

utilizado los valores por defecto que figuran en la tabla 4.6 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC para los parámetros “a” y “b” de la energía de crecimiento.

La producción de leche, la producción de lana y el número de partos se han obtenido de las estadísticas por raza, como se comentó anteriormente.

La digestibilidad de la dieta para cada clase de animal se calcula siguiendo la metodología planteada en el epígrafe 3.4.3.8 del documento UPV (Junio 2006). En ella se proponen unos porcentajes de distintos constituyentes en las dietas de las diferentes categorías de animales, así como valores de la digestibilidad de cada uno de estos constituyentes, de forma que finalmente se obtiene un valor medio de digestibilidad de la dieta.

Para los Ym se han tomado los valores de la tabla 4.9 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Se considera que los animales adultos y los corderos de reposición tienen una dieta con menos del 65% de digestibilidad, pero dado que la dieta de los corderos lechales y pascuales (sacrificados a los 30 y 90 días respectivamente) se basa casi en su totalidad en la leche, se ha tomado el valor de la columna “digestibilidad mayor que el 65%” de la tabla 4.9 antes citada.

Ganado Bovino y Porcino

La extensión de la nueva metodología nacional de estimación de las emisiones hace inviable dar, dentro del marco de este documento, una explicación detallada de la misma. Por tanto, se procederá en este apartado a hacer un resumen de dicha metodología, que en su versión completa puede encontrarse en el documento Zootécnico.

En primer lugar, se han establecido las categorías animales desglosadas a partir de datos del censo y de las encuestas ganaderas. Estas categorías reflejan, según el criterio de los expertos del sector, diferencias relevantes de características productivas y necesidades nutritivas que han sido tenidas en cuenta para el algoritmo de estimación de las emisiones. Partiendo de las características productivas de cada una de las categorías establecidas, se han calculado, mediante ecuaciones contrastadas (NRC 1996 y 2001⁹ y Guía IPCC 2006), las necesidades nutritivas de cada animal. Para transformar las necesidades de energía en materia seca ingerida, los expertos en producción animal del GT GAN-INV han definido unas dietas tipo. Así mismo, para el contenido en proteína bruta y energía de cada ingrediente de las raciones se han empleado datos del documento INRA (1998 y 2002)¹⁰ y el documento

⁹ NRC. National Research Council. 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7ª edición. National Research Council, Washington D.C., EEUU. y NRC. National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7ª edición. National Research Council, Washington D.C., EEUU.

¹⁰ INRA. Alimentación de los animales monogástricos, cerdo, conejo, aves. Mundi-Prensa, 1998 y INRA. 2002. Sauvant, D., Pérez, J.M., Tran, G. Tablas de composición y de valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero. Ed. MundiPrensa. Madrid.

FEDNA (2003)¹¹. Finalmente, se ha obtenido la ingesta de materia seca partiendo de la relación entre necesidades energéticas y la energía aportada por los alimentos.

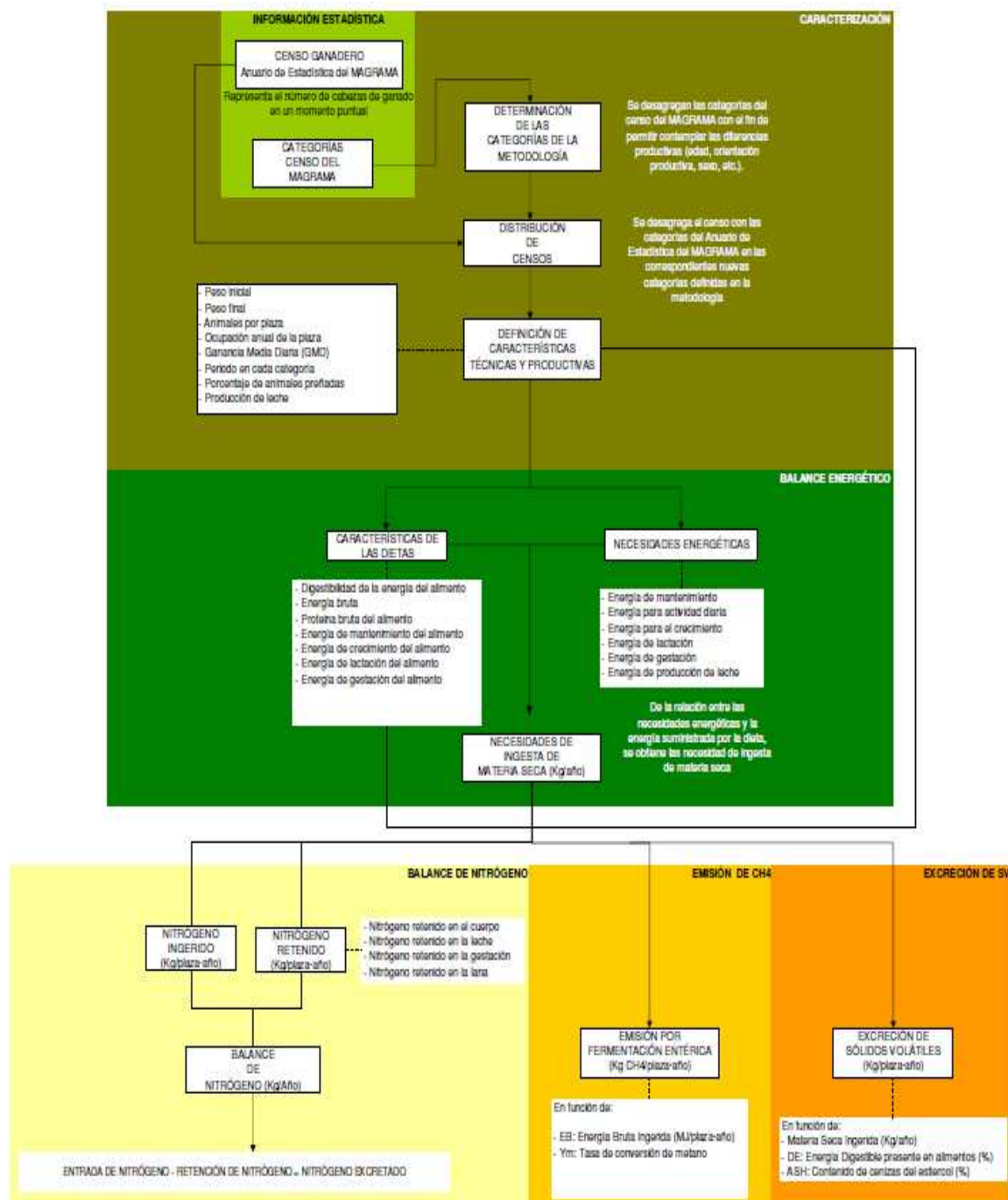
A partir de la materia seca ingerida y de sus características nutricionales y de la cantidad de nitrógeno retenido en el organismo y producciones, se han calculado las excreciones de nitrógeno y de sólidos volátiles, así como la energía bruta y el factor de emisión de metano debido a la fermentación entérica. Para la estimación del nitrógeno retenido por los animales se han aplicado las ecuaciones de NRC (2001) y FEDNA (2006)¹².

Para ilustrar gráficamente la metodología anteriormente expuesta se adjunta en la siguiente figura 6.2.4 un esquema resumen de la misma.

¹¹ [FEDNA (2003)] BLAS, C. de... [et al.] Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para fabricación de piensos compuestos. Fundación Española para el Desarrollo de la Alimentación, 2003

¹² [FEDNA (2006)] BLAS, C. de... [et al.] Necesidades nutricionales para ganado porcino: normas FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Alimentación Animal, 2006

Figura 6.2.4.- Metodología nacional para el cálculo de los parámetros necesarios para la estimación de las emisiones del porcino y las aves



Fuente: Documento Zootécnico (2010).

6.2.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre de la variable de actividad se cifra en un 3%. En el documento “Encuestas ganaderas 2004” del MAPA¹³ se informa del error de muestreo en la realización de las encuestas para cada animal. Estas incertidumbres, con un intervalo de confianza del 95%, son de un 2% para el vacuno (con muestra de 6.000 explotaciones), de un 4% para el ovino y caprino (ambos con muestra de 4.000 explotaciones) y del 4% para el porcino (con muestra de 6.000 explotaciones).

Para los animales a los que se aplica el enfoque de nivel 1 se usan los factores de emisión por defecto de IPCC cuya incertidumbre es, según el Manual Referencia 1996 IPCC (tabla 4-3), de un 20%. Para la cuantificación de la incertidumbre del ovino se ha tenido en cuenta que la estimación de las emisiones se realiza usando el enfoque de nivel 2 con parámetros nacionales. Dado que la incertidumbre del factor de emisión por defecto es de un 20% y que para estos animales se usa una metodología nivel 2 con parámetros nacionales se asume que la incertidumbre puede cifrarse en torno al 10%. Para los animales con un enfoque de nivel 2 con metodología nacional se toma un 8%, fundado en la esperable disminución de la incertidumbre al aplicar un método más avanzado. Sin embargo, no ha podido contrastarse, todavía, este valor por el método formal de propagación del error teniendo en cuenta los detalles de la metodología, lo que se espera realizar en una futura edición del inventario.

Para las aves las Guías IPCC no dan un factor de emisión por defecto. Dentro de los trabajos llevados a cabo por el GT GAN-INV, se ha desarrollado un procedimiento nacional con enfoque de nivel 2, análogo al del vacuno y porcino, para la estimación de la energía bruta del animal (EB). Sin embargo, al carecerse de un valor, suficientemente fundado, para el parámetro Y_m, no se han podido estimar las emisiones debidas a la fermentación entérica de estos animales. Esta es la causa, por la que en el CRF se ha tenido que asignar la etiqueta NE (not estimated) a las emisiones de esta categoría.

Por lo que respecta a la pauta temporal, la serie se considera coherente al cubrir el conjunto de animales con una representación amplia en el territorio nacional y provenir la información directamente de una publicación anual, con una dilatada trayectoria, del organismo regulador de las explotaciones ganaderas (véase epígrafe 6.2.2, Variables de actividad).

6.2.4.- Control de calidad y verificación

Un procedimiento de control de calidad de relevancia por su repercusión en las emisiones y porque afecta a todas las fuentes clave de agricultura es el del cómputo de los efectivos ganaderos utilizando varias estadísticas ganaderas anuales para un mismo animal. La adopción de la media entre los valores de las distintas estadísticas intra-anuales asegura una mayor aproximación al número de cabezas medio anual, evitando, en parte, posibles variaciones estacionales.

¹³ Este documento está disponible digitalmente en:
<http://www.mapa.es/estadistica/pags/encuestaganadera/2004-encuesta.pdf>

Asimismo, en ediciones anteriores, los ERT han identificado discordancias entre los datos de estas publicaciones y los disponibles en FAOSTAT. Por tanto, se ha remitido una petición, a la Subdirección General de Estadística del MAGRAMA, para que identifique la causa de estas discrepancias.

Para el cálculo de la producción de leche se han efectuado también otros controles de calidad. En un primer momento se pensó usar la variable de actividad (producción de leche) desagregada por provincia. Pero al analizar los datos obtenidos con las estadísticas se observó una gran disparidad en la producción de leche por cabeza en la misma raza entre las distintas provincias. Por tanto, se optó por tomar sólo el dato de producción de leche nacional y desagregarlo a partir de una media teórica obtenida con las producciones bibliográficas de cada raza. Tras realizar los cálculos pertinentes, se observó que los resultados obtenidos reflejaban un aumento en la producción de leche por cabeza a lo largo de los años del periodo inventariado. Dado que la práctica totalidad del vacuno lechero en España corresponde a la raza frisona, se contactó con la Confederación de Asociaciones de Frisona de España (CONAFE) para indagar sobre la mejora del rendimiento lechero. El estudio dio como resultado la verificación de la existencia de la mejora genética, siendo esta un factor determinante en el aumento de la producción de leche.

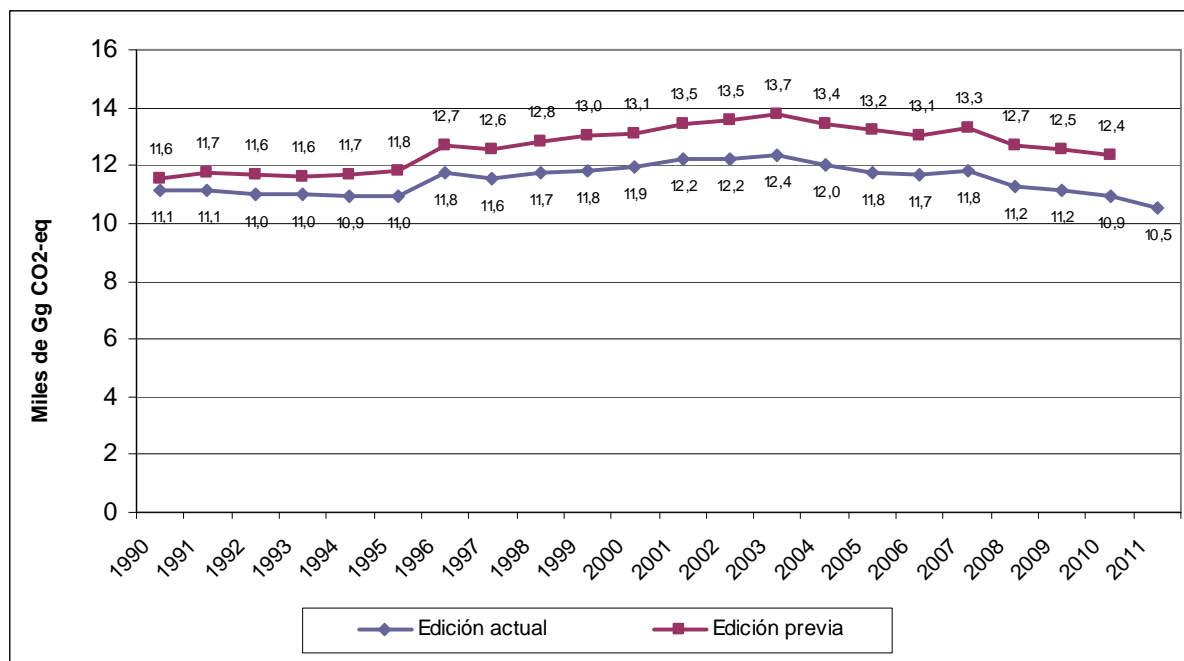
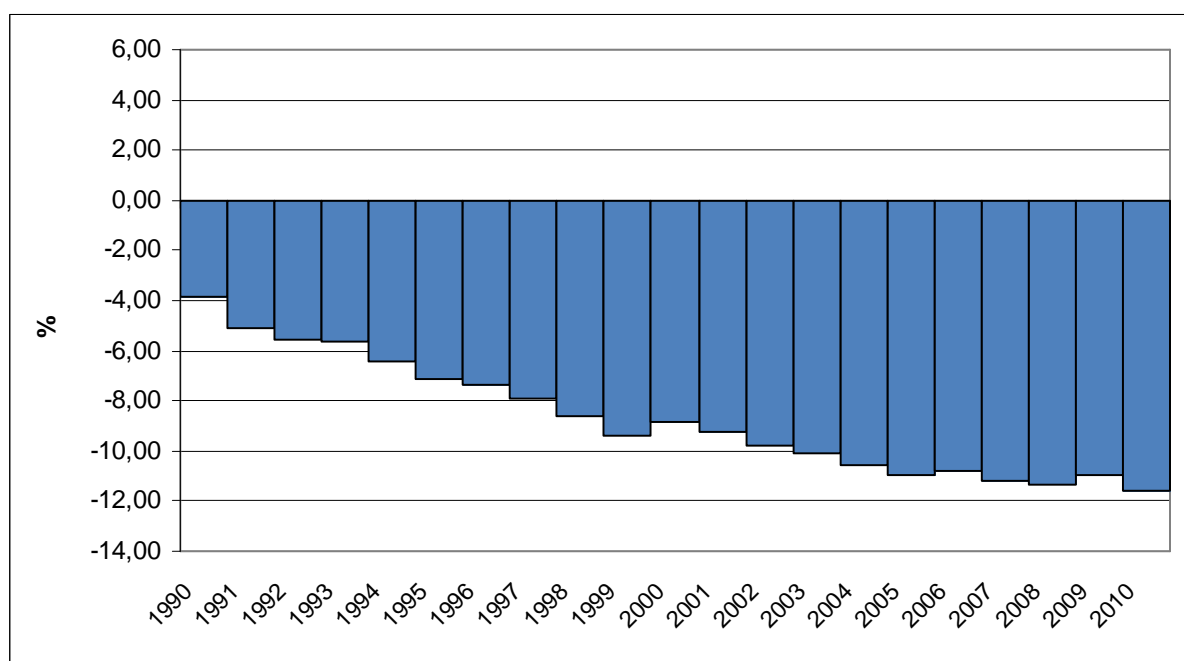
Se ha realizado un proceso de verificación de la aplicación del nuevo algoritmo de estimación de las emisiones, para ganado vacuno, el porcino y las aves, de enfoque de nivel 2 nacional, proceso consistente en desarrollar en paralelo el cálculo del algoritmo (con la misma información de base) por dos vías independientes de programación: i) vía AED; y ii) vía UPV¹⁴. En el caso de hallarse discrepancias en los resultados del cálculo por una y otra vía, se inició un proceso común de búsqueda de la causa o causas de las discrepancias, que en definitiva llevó a la identificación de alguno de los siguientes motivos: i) discrepancias en los datos de base con la fuente metodológica; ii) error, en algún caso, en la propia programación; iii) discrepancias en la interpretación de la metodología, tal y como estaba descrita en los documentos Zootécnicos; y iv) errores en la propia fuente metodológica, que requerían un nuevo planteamiento de la misma. En todos estos casos, se han tomado acciones para subsanar las discrepancias y, una vez obtenida una estimación coincidente, se ha dado por verificada la implantación del algoritmo.

6.2.5.- Realización de nuevos cálculos

En las figuras 6.2.5 y 6.2.5 se muestran, respectivamente, las comparaciones en valor absoluto y en diferencia relativa porcentual de las estimaciones de las emisiones entre las ediciones actual y anterior del inventario.

Como puede apreciarse, se ha producido una reducción de las emisiones a lo largo de toda la serie inventariada debida a la implementación de la nueva metodología nacional Tier 2 para el ganado bovino.

¹⁴ Véase epígrafe 1.2.3 “Arreglos institucionales” para la referencia de AED y UPV.

Figura 6.2.5.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación eds. 2013 vs. 2012**Figura 6.2.5.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual eds. 2013 vs. 2012**

6.2.6.- Plan de mejoras

Se está realizando una revisión global de la metodología y actuando para la obtención de los parámetros básicos a través del Grupo de Trabajo sobre Ganadería para el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (GT INV-GAN) del MAGRAMA con la colaboración de expertos en la materia. Los primeros resultados de esos estudios han sido implementados para el vacuno, el porcino y las aves. Se espera que los resultados obtenidos para el resto de especies (ovino y caprino) puedan, una vez hayan sido contrastados, ser incorporados en la próxima edición del inventario.

6.3.- Gestión de estiércoles - CH₄ (4B)

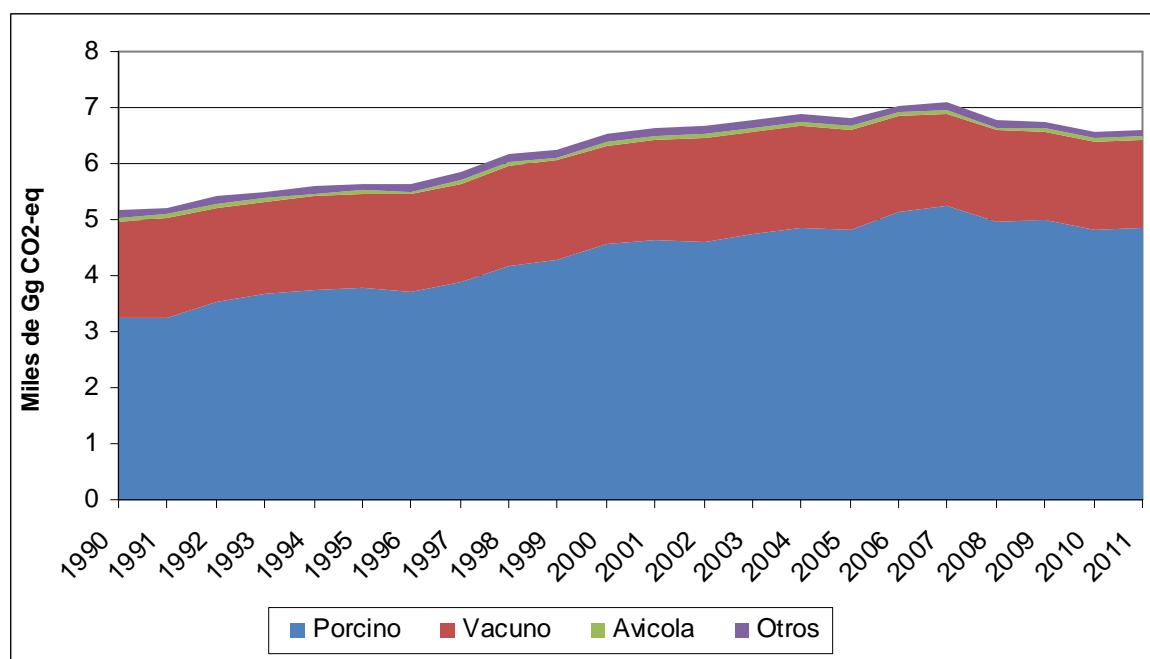
6.3.1- Descripción de la actividad emisora

En esta actividad se recogen las emisiones de metano derivadas de los sistemas de gestión de los estiércoles animales. Los estiércoles animales están compuestos principalmente de materia orgánica. Cuando esta materia se descompone en un medio anaeróbico, las bacterias metanogénicas presentes en dicho medio dan lugar a la generación de metano. El factor determinante que afecta al proceso de generación de metano a partir de los estiércoles animales es la proporción del estiércol que se descompone anaeróbicamente y esta proporción depende a su vez del sistema adoptado para la gestión del estiércol. Cuando los estiércoles se tratan como líquidos (lagunaje, tanques, balsas, etc.) tienden a descomponerse anaeróbicamente y a producir cantidades elevadas de metano. Por el contrario, cuando el estiércol se maneja como sólido (pilas) o cuando es depositado sobre los pastizales tiende a descomponerse aeróbicamente y la producción de metano es, en este caso, pequeña o casi nula.

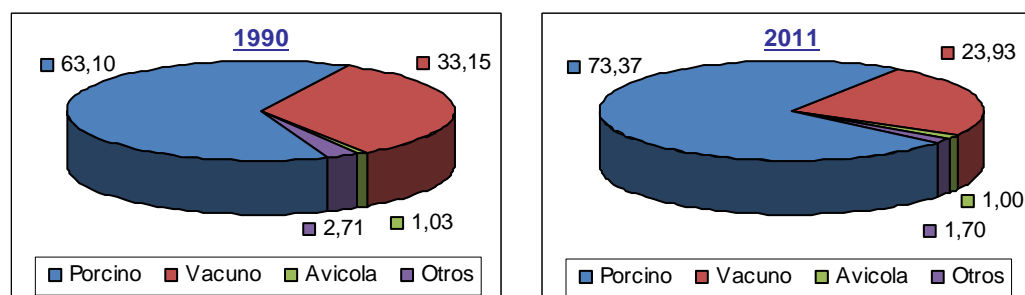
Las emisiones de metano procedentes de la gestión de estiércoles, cuya evolución se muestra en la tabla 6.3.1 y en la figura 6.3.1, han experimentado entre 1990 y 2011 un aumento del 27,8%, pasando de 5.172 a 6.611 Gg de CO₂-eq. Las emisiones de esta actividad están dominadas por las del ganado porcino, que experimentan entre dichos años un aumento del 48,6% y constituyen así el factor principal en el incremento de las emisiones globales de esta categoría, aunque a partir de 2004 esta tendencia se modera y las emisiones se mantienen estables. Análogamente, experimentan también subidas en sus emisiones, del 5,0%, el vacuno no lechero; las aves (gallinas y pollos), del 35,5%; y del 13,7% las otras aves; pero, debido a su reducida ponderación en la actividad, sus incrementos absolutos resultan ser de 15,2, 8,7 y 3,9 Gg de CO₂-eq respectivamente. De manera general, puede decirse que los aumentos de las emisiones están motivados principalmente por el incremento de las respectivas cabañas ganaderas. Por el contrario, el vacuno de leche, el ovino y el caprino experimentan una disminución en sus emisiones del 10,5, 29,0 y 26,7 respectivamente, resultado de la disminución de sus cabañas ganaderas.

Tabla 6.3.1.- Emisiones de CO₂ equivalente (cifras en Gigagramos)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Porcino	3.264	3.779	4.570	4.827	5.237	4.972	4.992	4.811	4.851
Vacuno (lechero y no lechero)	1.715	1.676	1.738	1.781	1.652	1.617	1.573	1.570	1.582
Avícola y Otros Avícola	53	64	73	70	82	69	66	67	66
Otros	140	124	137	130	130	123	128	117	112
Total	5.172	5.644	6.518	6.807	7.100	6.782	6.759	6.565	6.611

Figura 6.3.1.- Emisiones de CO₂ equivalente

En la figura 6.3.2 puede observarse que el porcino (4B8) resulta dominante sobre el conjunto de fuentes de esta categoría, alcanzando en 1990 y 2011 respectivamente el 63,1% y el 74,4% de las emisiones. De las restantes especies animales cabe destacar el vacuno (tanto lechero como no lechero) con el 33,2% en el 1990 y el 23,9% en el 2011, y aves (gallinas y pollos) con el 1,0% en ambos años, quedando un componente “otros” que desciende del 2,7%, en el año 1990, al 1,7%, en el año 2011.

Figura 6.3.2.- Distribución de las emisiones del grupo 4B (CH₄)

6.3.2.- Aspectos metodológicos

Elección del método

Se han usado diferentes enfoques metodológicos en esta actividad: nivel 2 con metodología nacional para vacuno, porcino y aves (gallinas y pollos) y el de nivel 1 para el resto de animales. El esquema descriptivo de la metodología nacional de nivel 2 utilizada en el caso de vacuno, porcino y aves se ha presentado anteriormente en la figura 6.2.4.

Para la selección del método se ha seguido, para las especies para las que no se dispone de una metodología nacional detallada (vacuno, porcino y aves), el criterio de la figura 4.3 “Árbol de decisiones para la estimación de emisiones de CH₄ procedentes de la gestión de estiércoles” de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Para el resto de animales, dada su menor importancia en las emisiones, se ha optado por aplicar la metodología sencilla de nivel 1.

Para aplicar al caso español tanto el enfoque de nivel 1 como el de nivel 2 se han llevado a cabo ciertas modificaciones y aplicado valores específicos nacionales en determinados parámetros, como se detalla más adelante en el apartado “Algoritmo de estimación de las emisiones”.

Variables de actividad

La variable de actividad básica de esta categoría es el número de animales de las distintas cabañas ganaderas. Comparte, por tanto, variable de actividad con la categoría 4A (fermentación entérica). Así pues, para obviar aquí la reiteración de lo expuesto anteriormente para dicha categoría se remite al apartado “Variables de Actividad” de la sección 6.2.2.

Algoritmo de estimación de emisiones

Análogamente al caso de la fermentación entérica, en esta categoría se han seguido las especificaciones de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Para el ganado vacuno, porcino y las aves (gallinas y pollos) se ha adoptado una metodología nacional de nivel 2, mientras que las restantes categorías animales han sido tratadas con el enfoque de nivel 1. En todo caso conviene resaltar dos peculiaridades metodológicas principales introducidas en este grupo: la suavización de las funciones de MCF y FE propuestas por IPCC y el uso de un sistema de clasificación del N excretado por los animales según sistema de gestión de estiércol que difiere del propuesto por defecto por IPCC, según se comenta más adelante.

Para la estimación del parámetro VS, en el caso del ganado bovino, porcino y las aves, como se expone en la sección 6.2.2, se ha optado por la estimación de los sólidos volátiles a través de las necesidades de energía metabolizable y unas dietas tipo (véase figura 6.2.4: Metodología nacional para el cálculo de los parámetros necesarios para la estimación de las emisiones del vacuno, el porcino y las aves).

Respecto a los sistemas de gestión, como aparece recogido en la bibliografía sobre el tema y en la opinión de los expertos, que los usados en España no se corresponden con los

dados por defecto de IPCC para Europa occidental. Dada esta especificidad de la realidad española, se procedió a realizar encuestas en las explotaciones ganaderas para el ganado vacuno, el porcino y las aves (gallinas tanto de puesta, como de carne).

Para el resto de especies no existen en España estadísticas o bibliografía con datos precisos sobre el porcentaje de uso de cada sistema de tratamiento. Por tanto, se ha optado por basar los valores de uso de los distintos tratamientos en juicios de experto. Para un mayor desarrollo de este punto puede consultarse el epígrafe 5.2.3 del documento UPV (Junio 2006).

Las funciones de MCF y FE para animales nivel 1 que presenta IPCC son escalonadas y dado los problemas que ello generaba en las divisiones administrativas provinciales con temperaturas cercanas a 15°C se optó por suavizar las funciones (modificación que en comunicación recibida de IGES-IPCC se considera fundada). Este punto está desarrollado en el Anexo 3.2.II. Las temperaturas usadas en estas funciones provienen de datos de las estaciones meteorológicas y sinópticas de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

6.3.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre de la variable de actividad (número de cabezas) se cifra en un 3%. Una explicación de este valor puede encontrarse en el punto 6.2.3.

Para los animales a los que se aplica el enfoque de nivel 1 se usan los factores de emisión por defecto de IPCC, cuya incertidumbre es, según el Manual Referencia 1996 IPCC (tabla 4-3), de un 20%. Para la cuantificación de la incertidumbre del ovino se ha tenido en cuenta que la estimación de las emisiones se realiza usando el enfoque de nivel 2 con parámetros nacionales. Dado que la incertidumbre del factor de emisión por defecto es de un 20% y que para estos animales se usa una metodología más avanzada, con parámetros específicos, se asume que la incertidumbre debe ser menor, cifrándose esta en torno al 10%. No se plantea una reducción mayor de la incertidumbre dado que los datos sobre sistemas de gestión de estiércoles se basan en juicios de experto, al carecer de estadísticas sobre la distribución de aquellos sistemas.

Para el ganado vacuno, el porcino y las aves se ha empleado un método de enfoque de nivel 2, basado en una metodología nacional desarrollada por el GT GAN-INV. Se estima en un 8% su incertidumbre asociada, que se entiende menor que la dada para los procedimientos de enfoque de nivel 2, por la misma razón expuesta en el párrafo precedente¹⁵.

Por lo que respecta a la pauta temporal, la variable de actividad se considera coherente al cubrir el conjunto de animales con una representación muy amplia en todo el

¹⁵ El Equipo de Trabajo del Inventario mantiene sus reservas acerca de los valores propuestos para la incertidumbre en la metodología Tier 2 (10%) y Tier 3 (8%) y quedan pendientes de revisar estas propuestas tentativas cuando se pueda completar el ejercicio formal detallado de cálculo de la incertidumbre por el procedimiento de propagación del error. Este cálculo se desarrollará una vez que se haya completado la implantación de la metodología Tier 3 para el conjunto de especies ganaderas y se espera poder informar del mismo en la próxima edición del inventario.

territorio nacional y provenir la información directamente de una publicación anual, con una dilatada trayectoria, elaborada por el ministerio sectorial competente, MAGRAMA (véase epígrafe 6.2.2: Variables de actividad).

6.3.4.- Control de calidad y verificación

Las actividades de control realizadas sobre el número de cabezas por categoría animal que ya han sido comentadas en el epígrafe 6.2.4 tienen la misma implicación en el cálculo de las emisiones de esta categoría clave.

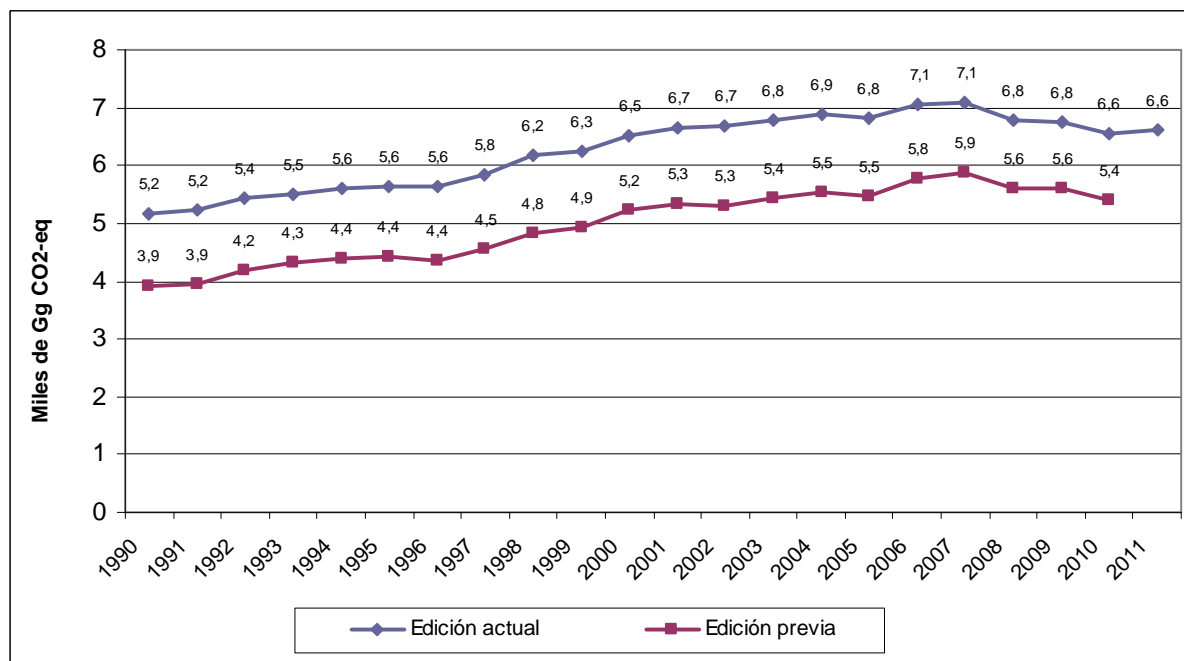
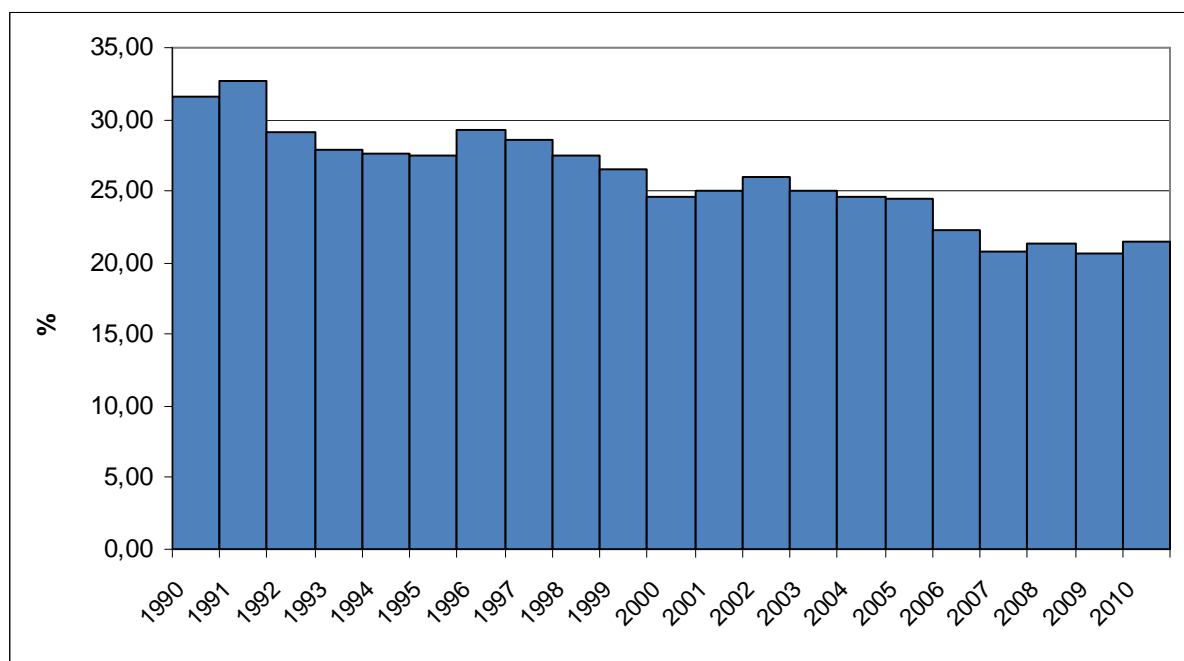
En el epígrafe 6.2.4 previo, se ha procedido a exponer el proceso de verificación de las emisiones, por doble vía independiente, realizado para la nueva metodología nacional de enfoque de nivel 2 para el ganado vacuno, el porcino y las aves, que es también aplicable a esta actividad.

Asimismo, cabe destacar que se han realizado un seguimiento y controles de calidad en la realización de las nuevas encuestas de sistemas de gestión de estiércoles para garantizar su calidad¹⁶.

6.3.5.- Realización de nuevos cálculos

En las figuras 6.3.3 y 6.3.4 se muestran, respectivamente, las comparaciones en valor absoluto y en diferencia relativa porcentual de las estimaciones de las emisiones entre las ediciones actual y anterior del inventario. Las diferencias existentes entre ambas ediciones son motivadas por la inclusión de las encuestas sobre sistemas de gestión de estiércoles y la nueva metodología nacional para el bovino. Estas variaciones afectan al conjunto de la serie inventariada, suponiendo un incremento de las emisiones entre el 20,6 y el 32,7%.

¹⁶ En respuesta a la petición del ERT se incluye a continuación una descripción del procedimiento de realización de dichos controles. Dado el carácter específico de estas encuestas, una vez seleccionado y contratado el encuestador, se le daba previamente una preparación y formación para encuestar en el sector ganadero. Posteriormente, se le proporcionó el listado de explotaciones a encuestar y el planning de viaje. Diariamente se efectuaba un seguimiento vía email y teléfono, tanto de sus movimientos (gestión de hoteles, vehículos, horas de trabajo, etc.) como para la resolución de las posibles dudas. Así mismo, periódicamente, se le convocaba a reuniones de seguimiento en nuestras oficinas. El encuestador rellenaba el cuestionario y cuando era posible sacaba fotografías de las explotaciones visitadas. Periódicamente esta información nos la enviaba, y el contenido era revisado por nosotros.

Figura 6.3.3.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación eds. 2013 vs. 2012**Figura 6.3.4.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual eds. 2013 vs. 2012**

6.3.6.- Plan de mejoras

Se están realizando en este momento estudios de campo para poder determinar con mayor base estadística la distribución de los sistemas de manejo de los estiércoles en el caso español. Sus primeros resultados han sido aplicados ya para el vacuno, el porcino y las aves y se espera poder incluir los resultados definitivos en la próxima edición del inventario. Asimismo, la revisión metodológica de los parámetros zootécnicos, comentada en el apartado 6.2.6, tendrá un impacto en las emisiones de esta actividad.

6.4.- Suelos agrícolas - N₂O (4D)

6.4.1.- Descripción de la actividad emisora

Se consideran en la presente edición como fuentes clave de suelos agrícolas las actividades 4D1 (emisiones directas), 4D2 (producción animal) y 4D3 (emisiones indirectas). Pese a ser categorías clave por separado, dada la fuerte interrelación entre los subgrupos que forman la actividad 4D y por homogeneidad de criterio con el resto de fuentes clave de agricultura, que son tratadas con dos niveles de profundidad en su clasificación IPCC (i.e. 4.A, 4.B,...), se procederá a englobarlas en un mismo apartado llamado 4D.

Las emisiones de N₂O atribuibles a los suelos agrícolas son esencialmente de origen biogénico y resultan básicamente de los procesos de nitrificación y desnitrificación que tienen lugar en dichos suelos. La nitrificación consiste en la oxidación microbiana-aerobia del ión amonio (NH₄₊) a ión nitrato (NO₃-), y la desnitrificación en la reducción microbiana-anaerobia del ión nitrato (NO₃-) a nitrógeno molecular (N₂), generándose en ambos procesos emisiones de óxido nitroso (N₂O) como gas intermedio.

En la mayoría de los casos las emisiones de N₂O se incrementan con el aporte de nitrógeno a los suelos. Este aporte de nitrógeno puede tener lugar por alguna de las vías siguientes:

- Incorporación de fertilizantes químico-sintéticos nitrogenados.
- Incorporación de fertilizantes orgánicos procedentes de los estiércoles animales (abonado y pastoreo).
- Fijación de nitrógeno por ciertas especies de plantas.
- Incorporación de residuos vegetales al suelo.
- Uso de compost y lodos en la agricultura.

Adicionalmente, las emisiones de N₂O de los suelos pueden activarse por el cultivo de suelos orgánicos (histosoles) con gran contenido de nitrógeno, aunque esta vía de inserción de N en el suelo no se da en España, al no existir, según información facilitada por el MAGRAMA, cultivos agrícolas en suelos de este tipo.

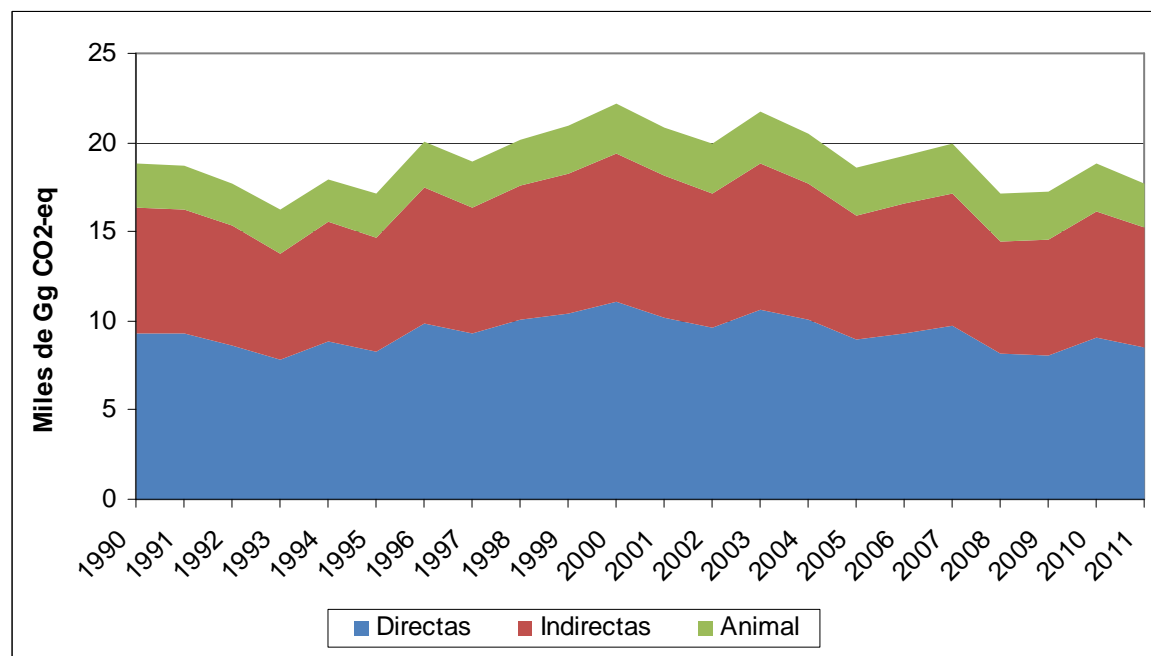
Las emisiones indirectas de N₂O atribuibles al nitrógeno utilizado en la agricultura se estiman, de acuerdo con la metodología del Manual Referencia 1996 IPCC, Capítulo 4, Sección 5.4, por las rutas siguientes:

- Volatilización a la atmósfera y posterior deposición sobre los suelos y las aguas superficiales de NO_x y NH₃.
- Lixiviación y escorrentía del nitrógeno.

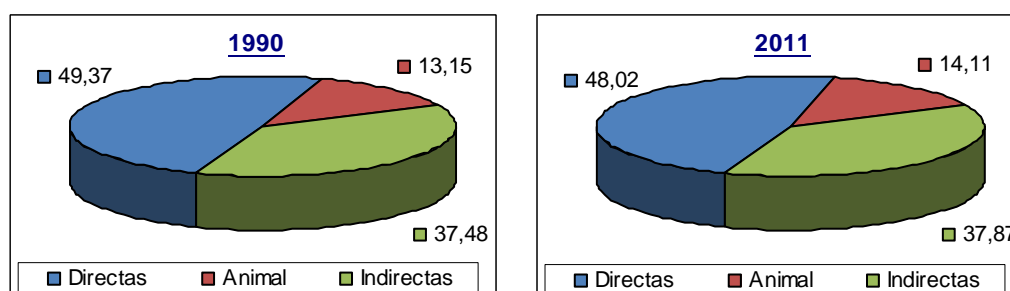
Las emisiones de óxido nitroso globales de los suelos agrícolas, cuya evolución se muestra en la tabla 6.4.1 y en la figura 6.4.1, han experimentado entre 1990 y 2011 una disminución del 5,7%, pasando de 18.807 a 17.728 Gg de CO₂-eq. Las emisiones directas (4D1) disminuyen un 8,3% (772 Gg de CO₂-eq) y, análogamente, las emisiones indirectas disminuyen en un 4,8% (336 Gg de CO₂-eq), debido principalmente a la disminución de la carga de N en el fertilizante mineral aplicado al suelo. Dentro de las emisiones directas, tanto las provenientes de los fertilizantes minerales, como las debidas a la fijación biológica, registran una disminución valorada, respectivamente, en el 21,5% (1.285 Gg de CO₂-eq) y el 16,8% (207 Gg de CO₂-eq). El resto de actividades enmarcadas dentro de las emisiones directas experimentan incrementos en sus emisiones, si bien de distinto orden. Este aumento es elevado para los residuos de los cultivos, un 17,7% (100 Gg de CO₂-eq), debido al descenso de la quema en campo abierto y al aumento de la producción del olivar y el viñedo; así como para los fertilizantes orgánicos un 29,6% (415 Gg de CO₂-eq). Mientras, las variaciones son de un 378,8% (191 Gg de CO₂-eq) para lodos y de un 28,0% (14 Gg de CO₂-eq) para el compost. Este importante aumento en las emisiones de los lodos se debe al crecimiento de su variable de actividad por la notoria expansión del volumen de aguas depuradas (y por ende de lodos generados, para los que la agricultura es un destino relevante). Las emisiones indirectas (4D3) tienen como base el nitrógeno aportado a los suelos como fertilizante, ya sea este mineral, orgánico, de lodos o de compost. Dado que se registra una importante disminución del nitrógeno mineral aportado, pese al efecto combinado que se produce por el aumento del aporte de fertilizante orgánico, de los residuos de cultivos y del pastoreo, las emisiones debidas a la lixiviación y escorrentía disminuyen 6,0% (365 Gg de CO₂-eq), mientras que las debidas a la deposición atmosférica aumentan en un 3,2% (30 Gg de CO₂-eq). Finalmente, las emisiones debidas a la producción animal (pastoreo) aumentan un 1,2% (29 Gg de CO₂-eq) debido al aumento de la cabaña ganadera.

Tabla 6.4.1.- Emisiones de CO₂ equivalente (Cifras en Gigagramos)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Directas	9.285	8.253	11.108	8.929	9.721	8.162	8.055	9.036	8.513
Fertilizantes Sintéticos	5.977	5.180	7.165	5.190	5.502	4.109	4.286	5.228	4.692
Fertilizantes Orgánicos	1.400	1.514	1.722	1.847	1.877	1.819	1.790	1.807	1.815
Fijación Biológica	1.237	1.077	1.246	1.125	1.242	1.159	1.029	1.029	1.029
Residuos de Cultivos	569	387	798	561	838	805	669	669	669
Compost	52	24	41	53	51	44	40	62	66
Lodos	51	71	136	153	210	225	242	242	242
Producción Animal	2.473	2.452	2.697	2.685	2.765	2.671	2.673	2.632	2.502
Indirectas	7.049	6.435	8.341	7.028	7.419	6.334	6.524	7.143	6.713
Deposición Atmosférica	934	824	1.081	958	1.027	922	976	1.002	964
Lixiviación y Escorrentía	6.115	5.611	7.260	6.071	6.392	5.412	5.548	6.141	5.750
Total	18.807	17.141	22.146	18.642	19.905	17.167	17.251	18.811	17.728

Figura 6.4.1.- Emisiones de CO₂ equivalente

Dentro de esta actividad hay tres fuentes clave: a) emisiones directas (4D1), b) producción animal (4D2) y c) emisiones indirectas (4D3). Tanto en 1990 como en 2011 la principal fuente emisora dentro del 4D es el 4D1 (directas) que supone el 49,4% y el 48,0% de las emisiones respectivamente. Le sigue en importancia el 4D3 (indirectas) con el 37,5% en 1990 y el 37,9 % en el año 2011, mientras que el 4D2 (pastoreo) pasa del 13,1% en el 1990 a un 14,1% en el 2011.

Figura 6.4.2.- Distribución de las emisiones del grupo 4D

6.4.2.- Aspectos metodológicos

Elección del método

Para la selección del método se ha seguido el criterio de la figura 4.7 “Árbol de decisiones para la estimación de emisiones directas de N_2O de los suelos agrícolas” de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. El resultado de este proceso de decisión ha sido la elección de las metodologías de nivel 1a y nivel 1b utilizando parámetros específicos nacionales (Recuadro 3 y Recuadro 5). Una vez estimados los distintos aportes de nitrógeno al suelo (F_{SN} , F_{AM} , F_{BN} , F_{CR}) reseñados en la ecuación 4.20 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, se aplican los correspondientes factores por defecto de emisión de dicha guía, pues para los factores en sí mismos no se dispone de valores alternativos específicos nacionales.

Variables de actividad

Las variables de las diversas actividades encuadradas dentro de la categoría 4D se comentan, a continuación, siguiendo el orden en que se describen en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Para la variable total del nitrógeno en fertilizantes minerales (N_{FERT}), la información procede de estadísticas a nivel nacional que publica el Anuario de Estadística del MAGRAMA.

Para los estiércoles animales usados como fertilizantes, la cantidad de nitrógeno aportado al suelo se obtiene calculando el nitrógeno aplicado y substrayendo del mismo las partes volatilizadas, en forma de NO_x y NH_3 , antes de su aplicación en el campo. Para una explicación detallada sobre este punto, véase el apartado “Algoritmo de estimación de emisiones” de la sección 6.5.2.

La información sobre las superficies cultivadas se obtiene de las estadísticas a nivel provincial recogidas en el Anuario de Estadística del MAGRAMA.

Producciones agrícolas: Se obtienen por multiplicación de las superficies cultivadas por los rendimientos. Tanto los datos de producciones como de rendimientos se encuentran en las estadísticas que a nivel provincial recoge el Anuario de Estadística del MAGRAMA.

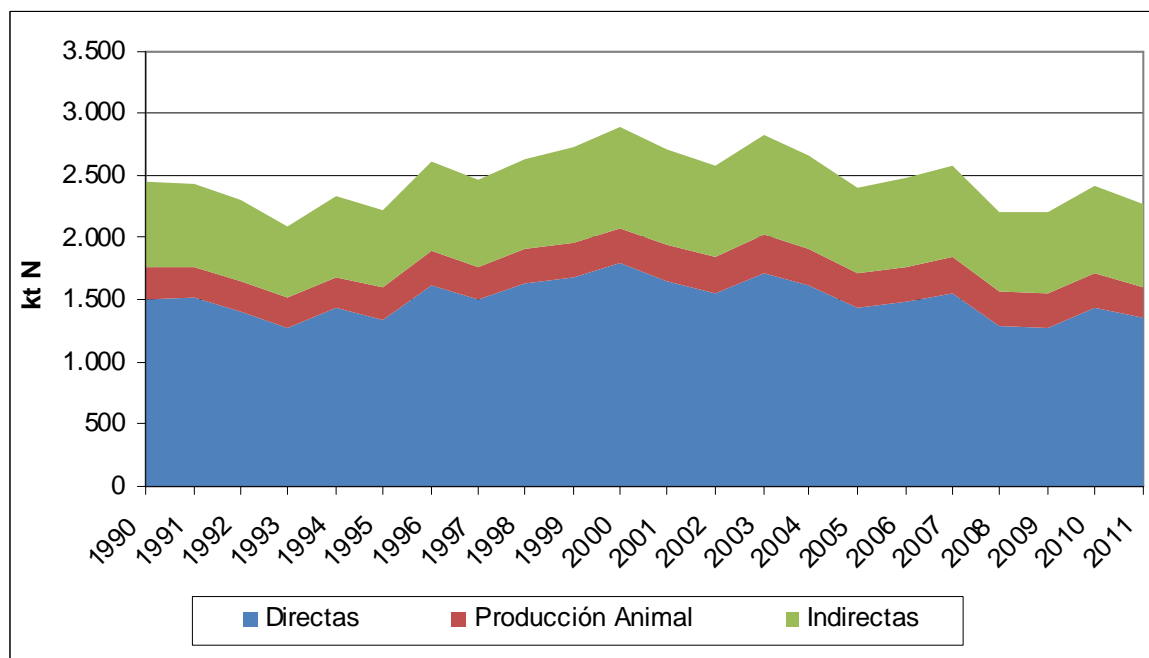
Compost y lodos: Las toneladas usadas en agricultura de lodos de depuradora se obtienen, para los años 1990, 1991 y 1992, por interpolación de los correspondientes a 1989 y 1993 respectivamente de la información que sobre lodos de depuradora elaboró el antiguo MOPT en la publicación “Medio Ambiente en España, 1991” (en lo referente al año 1991) y en el “Estudio sobre tratamiento y eliminación final de los fangos de depuradoras de aguas residuales urbanas”, realizado por la consultora CADIC, S.A. para la Dirección General de Calidad de las Aguas del MOPTMA, (en lo referente al año 1993). Para el periodo 1997-2011 los datos provienen del “Registro Nacional de Lodos” elaborado por el MAGRAMA, y la serie 1994-1996 se ha obtenido mediante interpolación de los correspondientes a 1993 y 1997. Los datos de compost producido, asumiendo que se destina en su totalidad a la agricultura, se toman de la publicación “Medio Ambiente en España” del MAGRAMA.

Los datos de superficies y rendimientos (y por tanto producciones) agrícolas se introducen en la base de datos a nivel de cultivo para cada año y provincia. Para la realización del inventario se consideran 104 tipos diferentes de cultivos, algunos de ellos formados por agrupaciones de varios cultivos del mismo tipo. Se usa esta desagregación por cultivo dado que el valor de determinados parámetros utilizados en el algoritmo de cálculo es específico del cultivo.

Tabla 6.4.2.- N disponible para su volatilización como N_2O (kt N)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Directas	1.508	1.340	1.795	1.433	1.553	1.296	1.277	1.434	1.347
Fert. Sintéticos	982	851	1.177	852	904	675	704	859	770
Fert. Orgánicos	230	249	283	303	308	299	294	297	298
Fijación Biológica	203	177	205	185	204	190	169	169	169
Residuos de Cultivos	93	64	131	92	138	132	110	110	110
Compost	8	4	7	9	8	7	7	10	11
Lodos	8	12	22	25	34	37	40	40	40
Producción animal	254	252	277	276	284	274	274	270	257
Indirectas	694	630	818	695	736	634	656	710	670
Deposición Atmosférica	192	169	222	197	211	189	200	206	198
Lixiviación y Escorrentía	502	461	596	498	525	444	456	504	472
Total	2.456	2.221	2.890	2.403	2.573	2.204	2.207	2.414	2.274

Figura 6.4.3.- N disponible para su volatilización como N_2O (kt N)

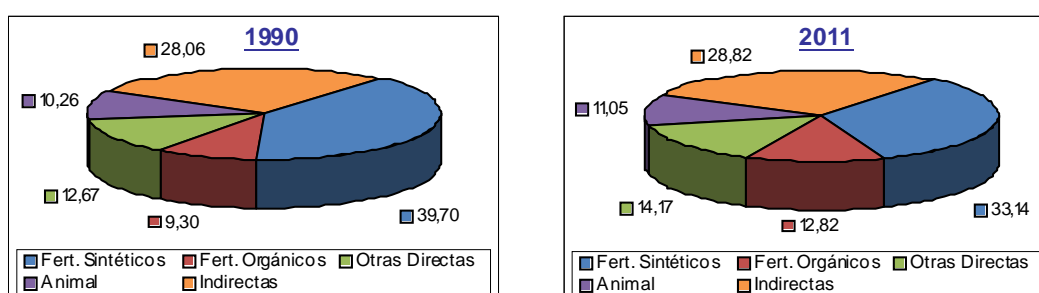


En la tabla 6.4.2 aparecen cuantificados en valores absolutos los distintos aportes de nitrógeno a los suelos agrícolas, en la figura 6.4.3 se muestra de manera visual dichos valores y, finalmente, en la figura 6.4.4 se muestran en porcentajes las ponderaciones relativas de los diversos orígenes. Como puede observarse, la contribución principal, dentro de las emisiones directas, corresponde a los fertilizantes minerales. Esta contribución

presenta variaciones al alza y a la baja a lo largo del periodo inventariado, siendo el valor en 2011 inferior al del año 1990 (21,5%). La segunda fuente en importancia la constituyen los estiércoles animales, tanto en su forma de abono aplicado (fertilizantes orgánicos) como la depositada en pastoreo (producción animal). Estos componentes experimentan entre 1990 y 2011 aumentos respectivos del 29,6% y del 1,2% debido al aumento del número de cabezas de la cabaña ganadera y consecuentemente de su excreta. Por el contrario, la fijación biológica presenta una disminución del 16,8% entre el 1990 y el 2011, mientras los residuos de cultivos sufren un aumento (17,7%). El compost disminuye un 28,0% mientras que los lodos experimentan un fuerte aumento (378,8%), sin embargo, el conjunto de ambos sigue representando menos del 2% del total de los aportes de nitrógeno a la agricultura.

Las emisiones indirectas dependen de los aportes de nitrógeno y de la volatilización de NH_3 y NO_x que componen el grupo 4D y, por tanto, su disminución se explica por el descenso generalizado de los aportes de nitrógeno del resto de actividades de este grupo.

Figura 6.4.4.- Distribución del N disponible para su volatilización como N_2O (%)



Algoritmo de estimación de emisiones

Como se apuntó anteriormente, para la estimación de las emisiones de este grupo se ha seguido esencialmente la metodología de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. No obstante, si bien para los factores de emisión propiamente dichos se han tomado los valores por defecto propuestos en dicha Guía, para una serie de parámetros utilizados en los algoritmos de estimación de las emisiones se han empleado valores específicos nacionales según se describe a continuación.

El parámetro $\text{Frac}_{\text{GASF}}$, fracción de N volatilizado como NH_3 y NO_x , es obtenido del cálculo de las emisiones de NH_3 y NO_x realizado en el propio inventario nacional con la metodología EMEP/CORINAIR y, por tanto, no se utiliza para $\text{Frac}_{\text{GASF}}$ el valor por defecto de IPCC. Ocurre lo mismo con $\text{Frac}_{\text{GASM}}$, fracción de N volatilizada como NH_3 y NO_x , obteniéndose este valor del cálculo en el inventario de las emisiones de estos gases.

Para la estimación de las emisiones directas de los suelos agrícolas se utiliza la ecuación 4.20 (pg. 4.54) de GBP 2000 IPCC. Asimismo, para la estimación del nitrógeno contenido en los fertilizantes sintéticos se utiliza la ecuación 4.22 (pg. 4.56) de GBP 2000 IPCC.

Para la estimación del nitrógeno contenido en los estiércoles aplicados a los suelos agrícolas se utiliza la ecuación 4.23 (pg. 4.56) de GBP 2000 IPCC. Es importante hacer

notar una apreciación sobre el término F_{AM} , cantidad de estiércol animal aplicada intencionadamente en los suelos después de ajustarla teniendo en cuenta la cantidad de N volatilizada en forma de NH_3 y NO_x . En el Inventario español, F_{AM} , N aplicado al suelo disponible para las emisiones de N_2O , se obtiene substrayendo del total de N excretado el volatilizado como N_2O y NH_3 en la gestión de los estiércoles y el NH_3 y NO_x volatilizados después del abonado¹⁷.

En el punto 6.5.2 “Algoritmo de estimación de emisiones” se expone de manera detallada el procedimiento seguido para el cálculo del N excretado y su asignación a los distintos tipos de gestión de estiércoles.

Para el cálculo del N aportado en la fijación biológica se usan dos metodologías distintas, una específica nacional para el cálculo correspondiente a tierras agrícolas sin cultivo activo (barbechos, praderas naturales,...) y otra con metodología IPCC y parámetros nacionales correspondiente a las tierras con cultivo activo. Para una exposición detallada de la metodología nacional véase el epígrafe 4.1.1.3.b del documento MAPA (2000)¹⁸. Para los cultivos fijadores de nitrógeno se usa la ecuación 4.26, enfoque de nivel 1b, de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Para los parámetros ($Res_{BF}/Crop_{BF}$, $Frac_{DM}$, y $Frac_{NCRBF}$)¹⁹ que figuran en esa ecuación se han tomado valores obtenidos de la bibliografía específica nacional o por defecto de IPCC. En el Anexo 3.2.III se muestra una relación con los valores de estos parámetros para los distintos cultivos considerados en el Inventario.

El nitrógeno contenido en los residuos de cultivos retornados al suelo o retenidos por el suelo se calcula usando la ecuación 4.29 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, asumiendo un valor de cero para los parámetros $Frac_{FUEL-CR}$, $Frac_{CNST-CR}$ y $Frac_{FOD}$ (fracción de residuo usado como combustible, usado para construcción y usado como forraje), dado que no tienen lugar en España tales usos de los residuos. En el Anexo 3.2.III se muestra una lista con los valores utilizados de $Res_O/Crop_O$, $Frac_{DM}$, y $Frac_{NCRO}$. Los valores de $Frac_{BURN}$, fracción de residuo quemado, se obtienen del BNAE (Balance de Nitrógeno en la Agricultura Española), presentándose en el Anexo 3.2.IV la correspondiente lista de valores.

Las emisiones de producción animal (pastoreo) se calculan según la ecuación 4.18 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Para una exposición más detallada de la metodología véase el apartado 6.5.2 (“Algoritmo de estimación de emisiones”).

¹⁷ Es importante destacar, principalmente debido a las cuestiones de los ERT, la diferencia existente entre el *N aplicado a los suelos* y el *N disponible para su volatilización como N_2O* . Siguiendo la metodología de IPCC, no todo el N aplicado está disponible para ser volatilizado como N_2O , ya que parte de este N se pierde al volatilizarse como NH_3 y NO_x . En la tabla 6.4.3 anterior, se informa del N disponible para su volatilización, mientras que, en las tablas CRF, la variable de actividad solicitada es el N aplicado al suelo. Esto hace que el factor de emisión implícito recogido en las tablas CRF no sea el valor por defecto de IPCC, ya que en la variable de actividad requerida no se han tenido en cuentas las volatilizaciones de NH_3 y NO_x .

¹⁸ En este documento las tierras agrícolas sin cultivo activo son llamados “aprovechamientos”. La metodología usada es sólo la referida a estos “aprovechamientos”, no la propuesta para los cultivos herbáceos.

¹⁹ $Res_{BF}/Crop_{BF}$, tasa residuo cultivo; $Frac_{DM}$, fracción de materia seca; y $Frac_{NCRBF}$, fracción de N en la planta.

La ecuación 4.32 (enfoque de nivel 1b) de la Guía Buenas Prácticas de IPCC es la utilizada para el cálculo del N contenido en la deposición atmosférica. Dentro de los aportes de N se incluyen tanto los lodos como el compost aplicados en la agricultura. Como se expuso en puntos anteriores, no se usan los valores por defecto de IPCC para $\text{Frac}_{\text{GASF}}$ y $\text{Frac}_{\text{GASM}}$, dado que en el Inventario se calculan las emisiones de NH_3 y NO_x , por tanto los valores de estos parámetros se obtienen directamente del Inventario.

Para la estimación de emisiones debidas a lixiviación y escorrentía se usa la ecuación 4.36 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, incluyéndose, como en el caso anterior, los aportes de lodos y compost. El parámetro $\text{Frac}_{\text{LEACH}}$ se toma por defecto de IPCC.

Para el cálculo del N contenido en lodos y compost se ha usado una metodología nacional, a falta de referencias en IPCC. En el caso de los lodos se asumen las especificaciones del “Manual de buenas prácticas agrarias” del MAPA (BOE, 1999). Por su parte, para el contenido de nitrógeno del compost se ha tomado el valor del 1,3% basado en el “Manual del código de buenas prácticas agrarias” de la Generalitat de Catalunya (2000).

Los factores de emisión usados en el cálculo de las emisiones son los valores por defecto recogidos en las tabla 4.17 y 4.18 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

6.4.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre de la variable de actividad depende de la fuente de aporte de N. La incertidumbre de la fertilización mineral se cifra en un 5%, al disponerse de datos directos de consumo procedentes de una estadística sectorial de cobertura nacional. A la fertilización orgánica y la producción animal se les asigna una incertidumbre del 15%, basada en la fiabilidad de los datos de excreción de N (obtenidos por balances alimentarios) y la adopción de sistemas de gestión nacionales, por juicio de experto o estadísticas directas, más acordes para el caso español que los aportados por IPCC. La fijación biológica se basa en las estadísticas nacionales de producciones y en los parámetros obtenidos de una revisión bibliográfica, estimándose su incertidumbre en un 30%. La estimación de los residuos de cultivos también se basa en estadísticas de producción, así como en las características fisiológicas de la planta y en la fracción quemada, estimándose globalmente una incertidumbre del 40%. Finalmente, para los lodos y compost se asume una incertidumbre, en torno al 35%, motivada principalmente por la menor precisión de los datos de producción y de los contenidos de N de estas producciones.

La variable de actividad de la deposición atmosférica es el N volatilizado como NH_3 y NO_x y su incertidumbre viene determinada por la metodología EMEP/CORINAIR usada en el cálculo de las emisiones de NH_3 y NO_x . De acuerdo con los valores de incertidumbre aportados por esta metodología, se estima su incertidumbre en un 40%. La lixiviación y escorrentía posee una incertidumbre estimada del 200%, esta incertidumbre está motivada por el parámetro $\text{Frac}_{\text{LEACH}}$ con valor central 0,3, pero rango de valores 0,1 a 0,8, según la información del Manual Referencia 1996 IPCC (pg. 4.106).

Los factores de emisión usados son los aportados por IPCC. Para las emisiones directas de los suelos la incertidumbre se cifra en un 400%, tomando como referencia el epígrafe 4.7.1.6 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, donde se indica un coeficiente de 5 para el rango de la incertidumbre. Para las emisiones indirectas se ha tomado un 50%

(epígrafe 4.8.1.6 de la misma Guía). Para la producción animal (pastoreo) se asume un factor de 2 (-50% a +100%) según figura en la tabla 4.12 de dicha Guía.

Por lo que respecta a la pauta temporal, las series se consideran en general coherentes al cubrir el mismo conjunto de cultivos, animales y fertilizantes minerales, siendo las fuentes de las que provienen los datos las mismas para toda la serie inventariada. Como matización a este punto, debe indicarse que, para los lodos, ha debido realizarse interpolación de datos, entre 1989 y 1993 y entre 1993 y 1997 para cubrir el conjunto del periodo inventariado 1990-2011.

6.4.4.- Control de calidad y verificación

Se ha realizado, como se explica en el punto 6.4.2, una revisión bibliográfica de los parámetros materia seca, tasa residuo/cultivo, fracción de carbono y fracción de nitrógeno. Durante el proceso de revisión se efectuó una asignación de etiquetas de calidad a cada uno de los parámetros para poder discriminar la calidad de las fuentes de información. Finalmente, se seleccionaron, para su introducción en el algoritmo de estimación de emisiones, los datos de las fuentes a las que se habían asignados mejores etiquetas de calidad.

Dada la gran importancia del dato de consumo de fertilizantes minerales, se han contrastado los valores de diversas fuentes como el INE, los Anuarios del MAGRAMA y la Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes (ANFFE). Finalmente se optó por tomar el dato del Anuario de Estadística del MAGRAMA, que recoge la información disponible más actualizada.

Asimismo, dada la diferencia existente en los datos históricos (años 2003-2006 y 2008), entre las diversas ediciones, se procedió a realizar una consulta a la Subdirección General de Estadística del MAGRAMA, responsable del Anuario, para verificar dicha variación. Esta diferencia es debida a la revisión, por parte de ANFFE, de la información de consumo de los “nitratos amónico-cálcicos” y los “compuestos nitrogenados”.

6.4.5.- Realización de nuevos cálculos

En las figuras 6.4.5 y 6.4.6 se muestran, respectivamente, las comparaciones en valor absoluto y en diferencia relativa porcentual de las estimaciones de las emisiones entre las ediciones actual y anterior del inventario.

No ha habido variación en los factores de emisión usados, que siguen siendo los dados por defecto por la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, por lo que, toda la variación se debe a la modificación de los aportes de N a los suelos.

En primer lugar, las emisiones de compost han sufrido una revisión para el año 2010 debido a nueva información disponible en la publicación Medio Ambiente en España del MAGRAMA.

En segundo lugar, los aportes de N en la fertilización orgánica se han visto modificados por la implementación de la nueva metodología nacional para el bovino explicada anteriormente en los apartados 6.2.5 y 6.3.5.

En tercer lugar, se ha actualizado la metodología de estimación del amoníaco para los fertilizantes sintéticos, resultando en un menor contenido de N disponible para su volatilización como N_2O y, por tanto, en una ligera reducción de sus emisiones.

Finalmente, las variaciones anteriormente reseñadas en los aportes directos de N a la agricultura suponen una variación en la variable de actividad de las emisiones indirectas, dando lugar, por tanto, a variaciones en las emisiones de deposición atmosférica y lixiviación y escurrentía.

Figura 6.4.5.- Emisiones de CO_2 -eq. Comparación eds. 2013 vs. 2012

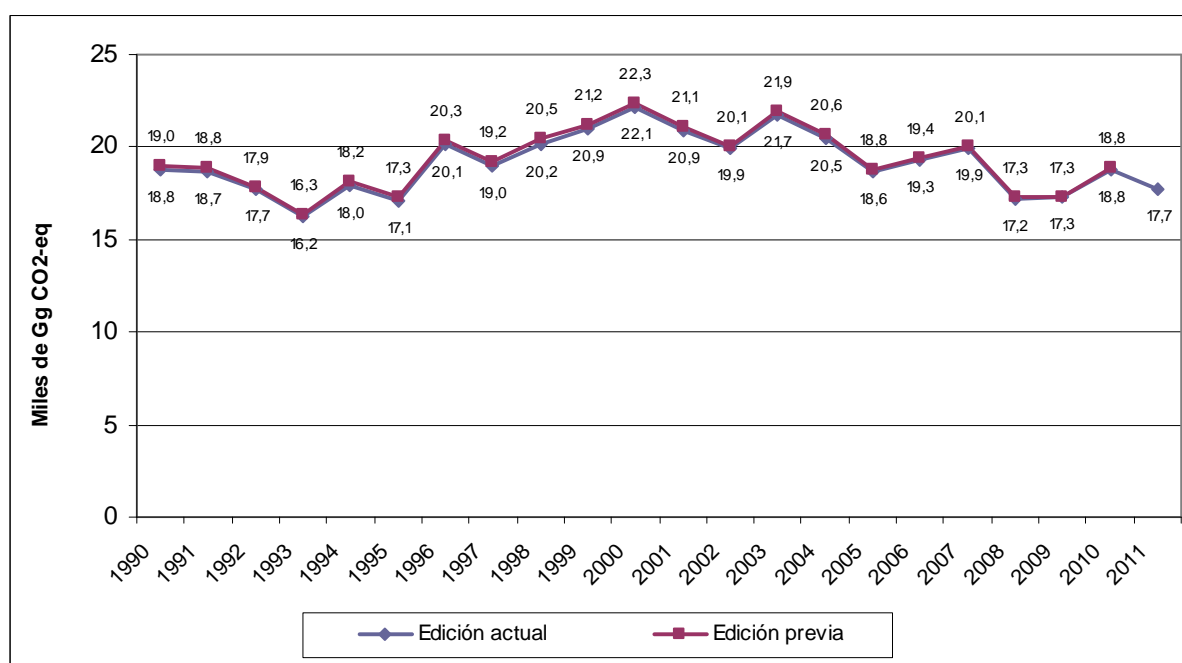
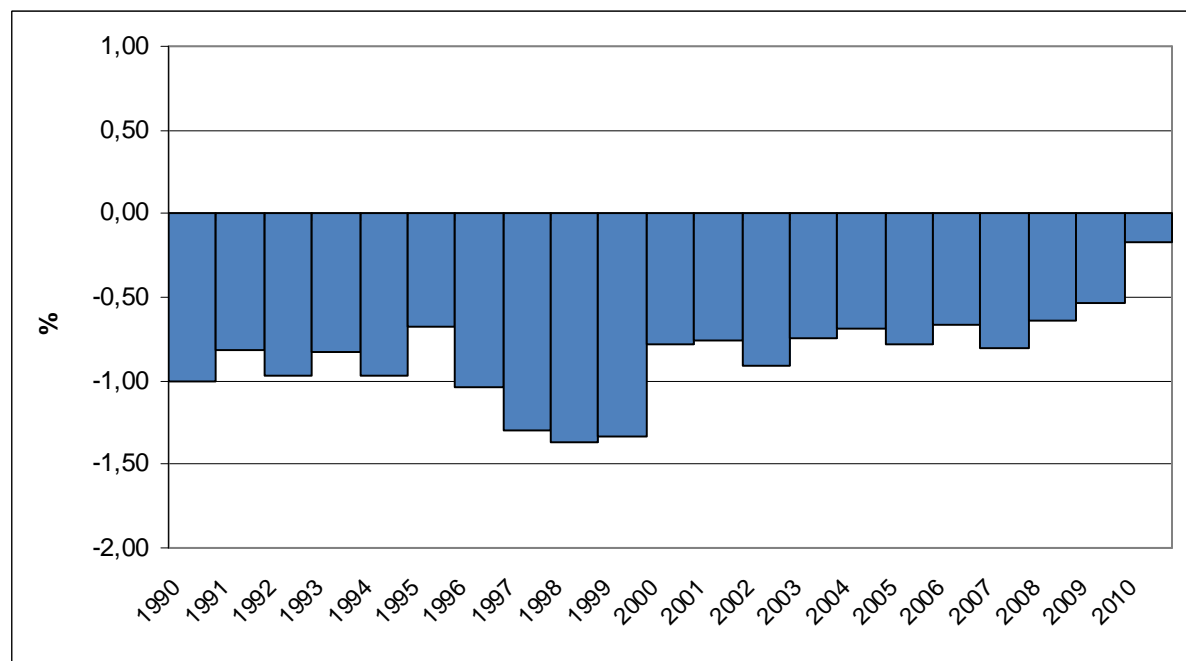


Figura 6.4.6.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual eds. 2013 vs. 2012

6.4.6.- Plan de mejoras

Se está realizando una revisión global de la metodología y actuando para la obtención de los parámetros básicos a través del Grupo de Trabajo sobre Agricultura para el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (GT INV-AG) del MAGRAMA con la colaboración de expertos en la materia. Los resultados de esos estudios podrán, una vez hayan sido contrastados, ser incorporados a la información de base de este sector del inventario, lo que se espera llevar a cabo en la próxima edición del inventario.

6.5.- Gestión de estiércoles - N₂O (4B)

6.5.1.- Descripción de la actividad emisora

La proporción de nitrógeno excretada por los animales, bien sea en las heces o en la orina, depende del tipo de animal, de la materia seca ingerida y de la concentración del nitrógeno en su dieta. El nitrógeno que se retiene tanto en el crecimiento como en los productos del animal (leche, lana, huevos, etc.) varía generalmente entre el 10% y el 30% del nitrógeno total ingerido, siendo la fracción restante la que se expulsa en las heces o en la orina. En los sistemas de producción animal con un alto contenido de nitrógeno en la dieta, más de la mitad del nitrógeno es expulsado en la orina. La concentración de nitrógeno en la orina varía ampliamente en función del nitrógeno contenido en la dieta y del consumo de agua. Más de un 70% del nitrógeno de la orina está presente en forma de urea, componiéndose el porcentaje restante de aminoácidos y péptidos. Por otro lado, la mayoría del nitrógeno excretado en las heces es nitrógeno orgánico, aunque existen pequeñas fracciones de nitrógeno mineral. Este nitrógeno orgánico presente en las heces debe ser

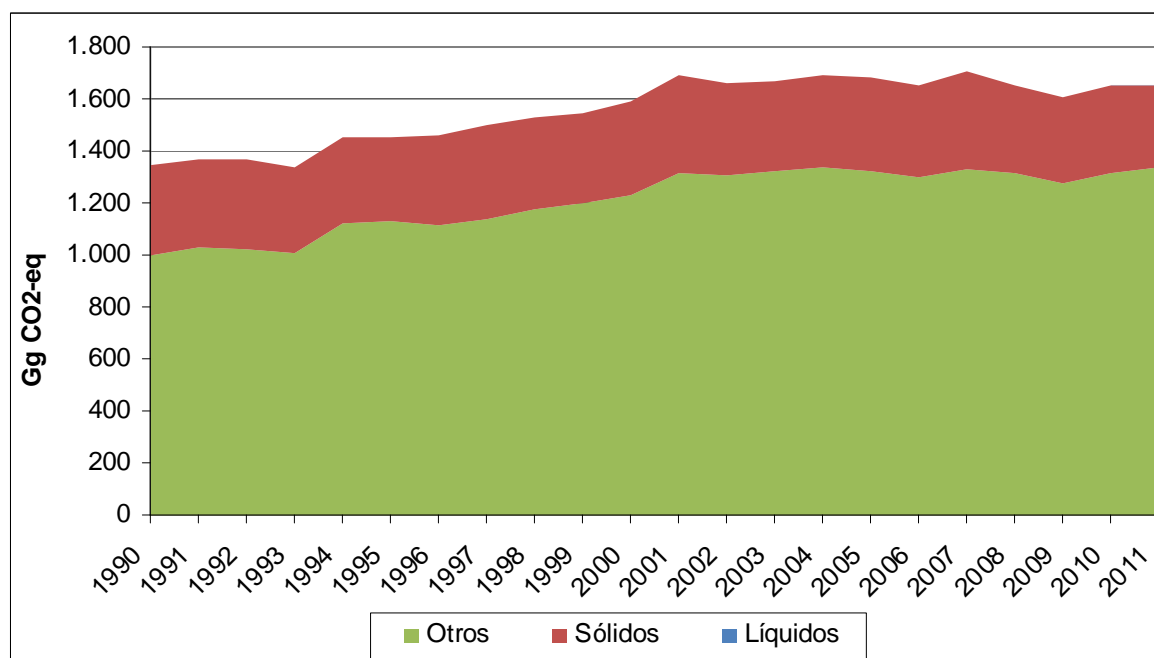
mineralizado a $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ antes de poder ser atacado por los nitrificadores y desnitrificadores y generar óxido nitroso (N_2O). El proceso intermedio de mineralización a $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ suele ser rápido, provocando un incremento de estos dos compuestos en la fase de almacenamiento de los estiércoles. Las excreciones de las especies avícolas contienen, sin embargo, ácido úrico como compuesto dominante. La hidrólisis de la urea y del ácido úrico en los vertidos de la orina a $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ es bastante rápida, tanto en los sistemas de pastoreo como en los estabulados. La producción de N_2O durante el tratamiento y gestión de los estiércoles animales puede ocurrir por una vía combinada de nitrificación y desnitrificación del nitrógeno amoniacal contenido en las heces y en la orina. La cantidad emitida depende del sistema y de la duración del periodo de gestión de los estiércoles.

Las emisiones de óxido nitroso procedentes de la gestión de estiércoles, cuya evolución se muestra en la tabla 6.5.1 y en la figura 6.5.1, han experimentado entre 1990 y 2011 un aumento del 23,0% pasando de 1.345 Gg a 1.654 Gg de $\text{CO}_2\text{-eq}$. El incremento de las emisiones en sistemas sólidos y otros sistemas se debe al aumento de la cabaña ganadera en el periodo inventariado.

Tabla 6.5.1.- Emisiones de CO_2 equivalente (Cifras en Gigagramos)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Sistemas Líquidos	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Sistemas Sólidos	348	323	357	360	374	335	324	335	316
Otros	997	1.130	1.233	1.325	1.333	1.319	1.280	1.319	1.338
Total	1.345	1.454	1.590	1.686	1.708	1.654	1.605	1.654	1.654

Figura 6.5.1.- Emisiones de CO_2 equivalente

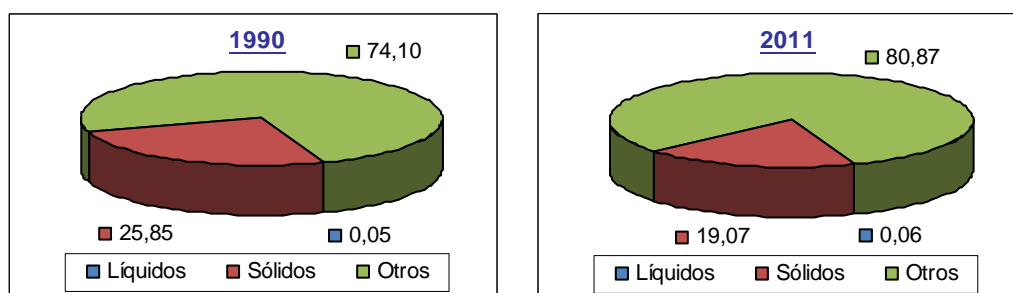


De los tres sistemas de tratamiento considerados, sistemas líquidos, sistemas sólidos y otros sistemas de manejo, son estos dos últimos los absolutamente dominantes en las

emisiones. Cabe resaltar que, bajo el epígrafe “otros sistemas de manejo”, se han integrado, como se explicó anteriormente en el apartado 6.3.2, la práctica totalidad de los estiércoles de bovino, porcino y aves (gallinas y pollos). Los estiércoles, en España, sufren un conjunto de procesos concatenados que hacen imposible su asociación a ningún grupo de sistemas de manejo de los considerados por IPCC. A raíz de esta problemática, el equipo del Inventario decidió su inclusión en la categoría IPCC “Otros sistemas de manejo”.

Como se observa en la figura 6.5.2, la contribución de los sistemas sólidos experimenta un retroceso, pasando del 25,8% en el año 1990 al 19,1% en el año 2011. En el caso de los “otros sistemas de manejo”, pasan del 74,1% en el año 1990 al 80,9% en el año 2011, mientras el peso de los sistemas líquidos no alcanza el 0,2% a lo largo de la serie inventariada. En España no se considera significativa en esta actividad la contribución de tratamientos basados en lagunaje anaeróbico. No obstante, con ello no quiere significarse que no haya en España otros tipos de tratamientos, sino más bien que, en casos como el pastoreo o la aplicación diaria, su contribución se recoge en el grupo 4D.

Figura 6.5.2.- Distribución de las emisiones del grupo 4B (N₂O)



6.5.2.- Aspectos metodológicos

Elección del método

Para el cálculo de las emisiones de N₂O debidas al tratamiento de los estiércoles se ha seguido la metodología por defecto de la ecuación 4.18 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Se han usado valores específicos nacionales para los parámetros contenidos en la ecuación 4.18 antes citada. Esto ha venido motivado por las particularidades existentes en la gestión de estiércoles en el caso español, que revelaban como poco representativo el uso de los valores por defecto de IPCC de la distribución de los sistemas de manejo de los estiércoles, y por la disponibilidad de estudios sobre el N excretado para las distintas categorías de animales.

Variables de actividad

La variable de actividad básica de esta actividad es el contenido de N tratado por cada sistema de gestión de estiércol. Para la estimación de este contenido de N son necesarias

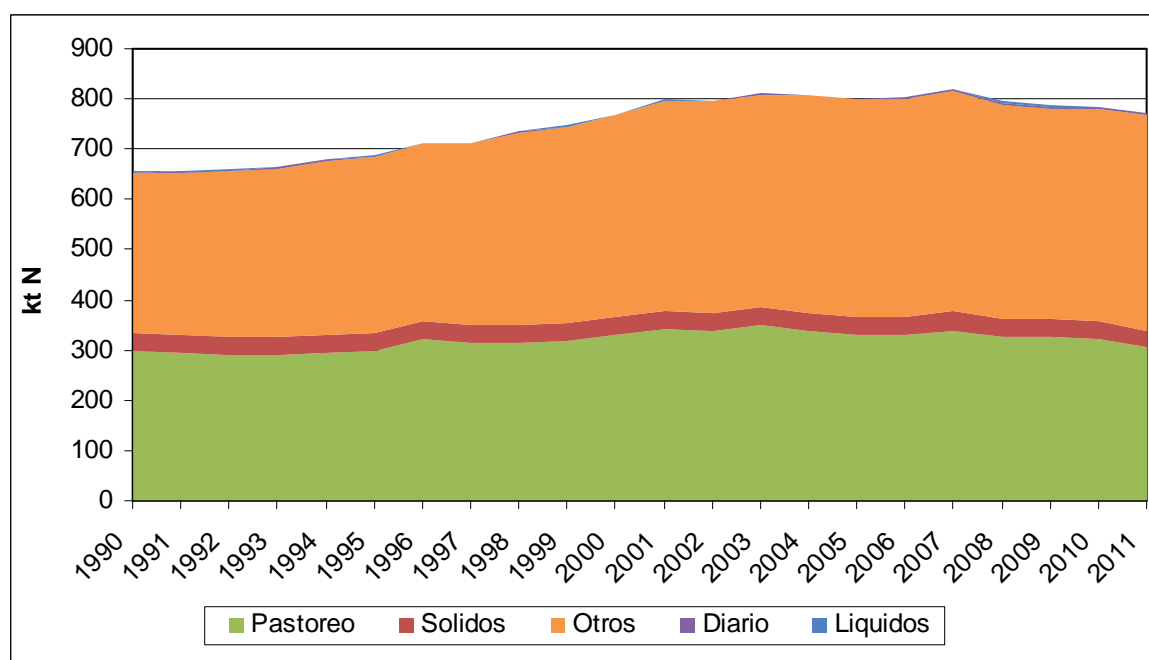
tres variables: el número de animales, el N excretado por cabeza y el porcentaje del N tratado en cada sistema de gestión.

El número de animales de las distintas cabañas ganaderas está compartido como variable de actividad con la actividad 4A (fermentación entérica). Así pues, para una exposición detallada de este punto se remite al apartado “variables de actividad” de la sección 6.2.2.

Una explicación sobre las otras dos variables se encuentra en el apartado siguiente “Algoritmo de estimación de emisiones”.

Para una mejor visualización de la evolución del N tratado por sistema de gestión de estiércol se incluye la siguiente figura 6.5.3.

Figura 6.5.3.- N excretado por sistema de gestión



Algoritmo de estimación de emisiones

Como se apuntó más arriba, para la estimación de las emisiones de este grupo, se ha seguido esencialmente la metodología de la ecuación 4.18 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. No obstante, si bien para los factores de emisión propiamente dichos se han tomado los valores por defecto propuestos en dicha Guía, para una serie de parámetros utilizados en la ecuación se han empleado valores específicos nacionales según se describe a continuación.

Para el bovino, el porcino y las aves, la metodología empleada para la estimación del estiércol excretado, así como de los sistemas de gestión usados, puede verse en los

apartados 6.2 y 6.3, donde se ha incluido una explicación de la nueva metodología nacional con enfoque de nivel 2.

En el epígrafe 5.2.2 del documento UPV (Junio 2006) se incluye una tabla con el nitrógeno excretado por año por cada categoría animal. Para el caso del ganado ovino y otras aves los datos son obtenidos a través de sendos balances del nitrógeno (véase anejo 9 del documento UPV (Junio 2006)). Sin embargo, no se dispone de datos nacionales para el ganado caprino y equino (caballos, mulas y asnos). Se ha decidido por tanto usar los valores por defecto aportados en la tabla 4.20 del Manual Referencia 1996 IPCC para estos animales, seleccionados de la columna de *Oriente Próximo y Mediterráneo* y aplicando el factor de ajuste para animales jóvenes de la tabla 4.14 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, asimilando el caso del ganado caprino al del ovino²⁰.

Aparece recogido en la bibliografía sobre el tema y en la opinión de los expertos que los sistemas usados en España no se corresponden con los dados por defecto por IPCC para Europa occidental. Como se comentó en el punto 6.3.2 con respecto a los sistemas de gestión de estiércoles, no existen en España ni estadísticas ni bibliografía con datos precisos sobre el porcentaje de uso de cada sistema de gestión, salvo para el ganado bovino, el porcino y para las aves. Por tanto, para el resto de animales, se ha optado por basar los valores de uso de los distintos sistemas de tratamiento en juicios de experto. Para un mayor desarrollo de este punto ver el epígrafe 5.2.3 del documento UPV (Junio 2006).

Los factores de emisión usados son los valores por defecto aportados en la tabla 4.12 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

6.5.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Son varios los elementos que contribuyen a la determinación de la incertidumbre de la variable de actividad final, que es la cantidad de nitrógeno tratada según sistema de gestión de los estiércoles. En primer lugar, la incertidumbre asociada a la determinación de las cabezas de cada categoría animal, y cuya estimación se sitúa en torno al 3% según se documenta en el punto 6.2.3. En segundo lugar, la incertidumbre sobre la cantidad de nitrógeno contenida en la excreta de cada categoría animal, a la que, por venir derivada de cálculos basados en su balance de nitrógeno, se le atribuye una incertidumbre no mayor del 5%, siendo de un 3% para los animales con enfoque de nivel 2 basado en metodología nacional. Finalmente, para los animales en los que se basa en juicios de experto, el error imputable a la distribución del nitrógeno tratado según sistema de gestión es el elemento con mayor incertidumbre, pudiendo ésta estimarse en torno al 15%. Para el bovino, el porcino y las aves, que cuentan con estadísticas propias referentes al uso de los diferentes sistemas de gestión de estiércol, se ha adoptado un criterio conservador y se estima, análogamente al resto de animales, la incertidumbre en un 15%. Así pues, la incertidumbre combinada para la variable de actividad final puede situarse ligeramente por encima del 15%.

²⁰ Esta elección se justifica por la similitud de los animales en España con los de la región Oriente Próximo y Mediterráneo, no obstante, por recomendación del equipo revisor se trasladó al grupo de trabajo la necesidad de una justificación más precisa, en la que se está trabajando.

Para la incertidumbre del factor de emisión se asume un factor de 2 (-50% a +100%) según figura en la tabla 4.12 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Por lo que respecta a la pauta temporal, la variable de actividad se considera coherente al cubrir el conjunto de animales con una representación muy amplia en todo el conjunto del territorio nacional y provenir la información directamente de una publicación anual, con una dilatada trayectoria, elaborada por el ministerio sectorial competente, MAGRAMA (véase epígrafe 6.2.2, variables de actividad). Los valores de excreción de N y los porcentajes de uso de los sistemas de gestión se consideran asimismo representativos para el conjunto del periodo inventariado.

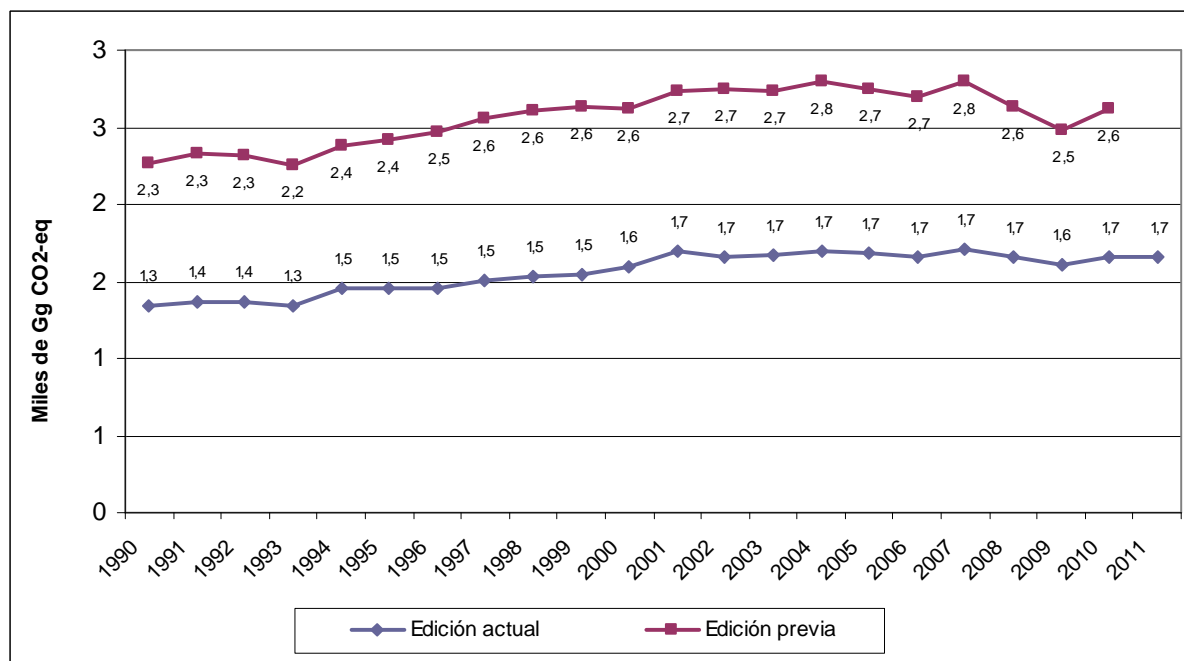
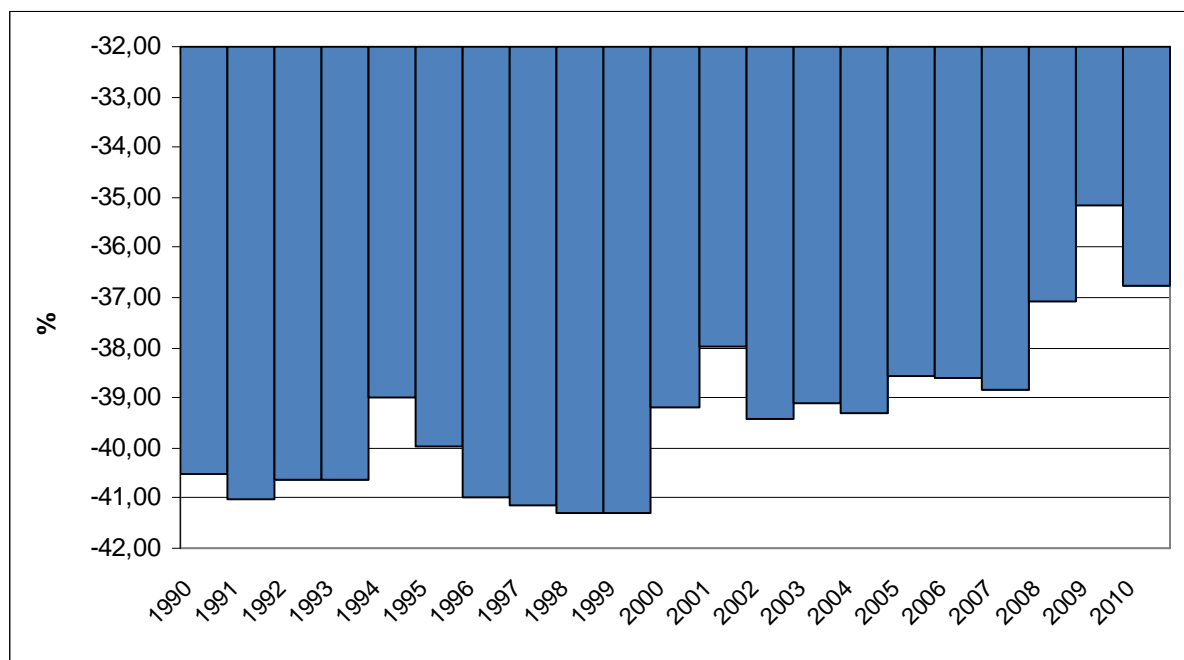
6.5.4.- Control de calidad y verificación

Las actividades de control realizadas sobre el número de cabezas por categoría animal que ya han sido comentadas en el epígrafe 6.2.4 debe entenderse tienen la misma implicación en el cálculo de las emisiones de esta categoría clave.

En el epígrafe 6.2.4 previo, se ha procedido a exponer el proceso de verificación de las emisiones, por doble vía independiente, realizado para la nueva metodología nacional de enfoque de nivel 2 para el ganado bovino, el porcino y las aves, que es también aplicable a esta actividad.

6.5.5.- Realización de nuevos cálculos

En las figuras 6.5.4 y 6.5.5 se muestran, respectivamente, las comparaciones en valor absoluto y en diferencia relativa porcentual de las estimaciones de las emisiones entre las ediciones actual y anterior del inventario. Las diferencias existentes entre ambas ediciones son motivadas por la inclusión de las encuestas sobre sistemas de gestión de estiércoles y la nueva metodología nacional para el bovino. Estas variaciones afectan al conjunto de la serie inventariada, suponiendo una reducción de las emisiones entre el 35,2 y el 41,3%.

Figura 6.5.4.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación eds. 2013 vs. 2012**Figura 6.5.5.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual eds. 2013 vs. 2012**

6.5.6.- Plan de mejoras

Se están realizando, en este momento, estudios de campo para poder determinar con mayor base estadística la distribución de los sistemas de manejo de los estiércoles en el caso español. Sus primeros resultados han sido aplicados ya para el vacuno, el porcino y las aves y se espera poder incluir los resultados definitivos en la próxima edición del inventario. Asimismo, la revisión metodológica de los parámetros zootécnicos, comentada en el apartado 6.2.6, tendrá un impacto en las emisiones de esta actividad.

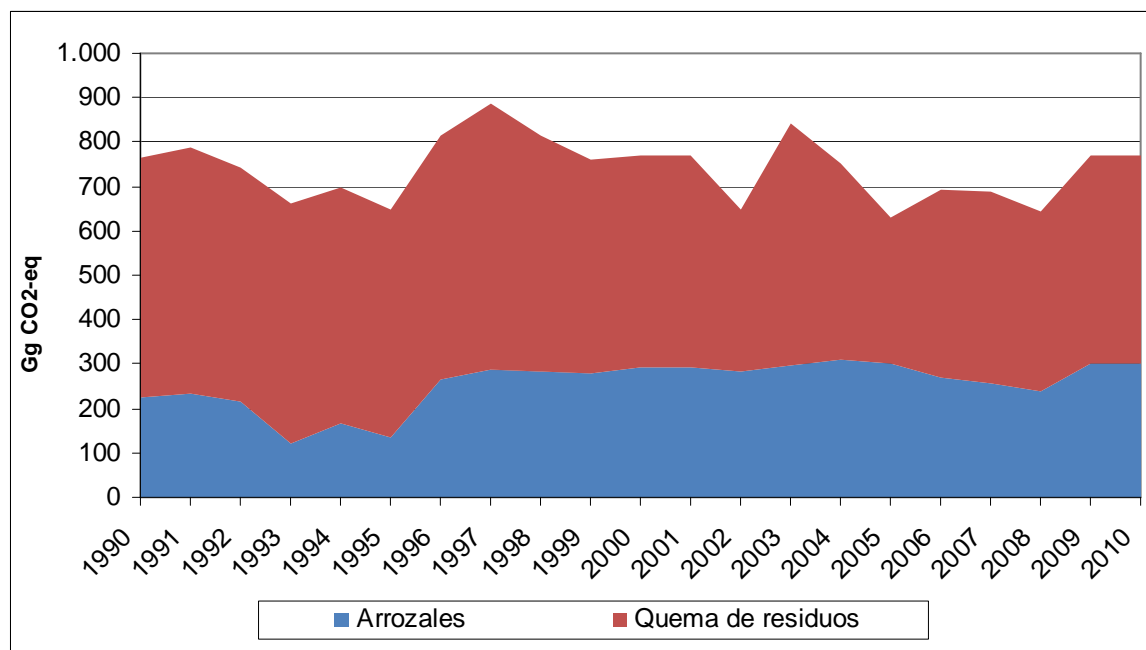
6.6.- Otras fuentes no clave

6.6.1.- Descripción de la actividad emisora

La actividad 4F comprende la quema, in situ, de los rastrojos y otros residuos de los cultivos agrícolas, como son los restos de poda de los cultivos leñosos (principalmente de olivar y viñedo). Se debe tener en cuenta, además, que la quema de estos rastrojos y residuos de paja no se considera una fuente neta de emisiones de dióxido de carbono (CO_2), dado que se asume que la liberación de carbono, en forma de CO_2 , que se produce por su combustión se compensa con la fijación del mismo por el crecimiento de las plantas en el siguiente ciclo productivo. Sin embargo, sí se consideran en el inventario las emisiones de CH_4 y N_2O y de otros gases con efecto indirecto sobre el calentamiento como NO_x , COVNM y CO, y adicionalmente el SO_x .

La actividad 4C comprende las emisiones de metano (CH_4) debidas al cultivo de arroz. La descomposición anaeróbica de material orgánico en los campos de arroz inundados es el proceso generador de estas emisiones de metano. En el caso español sólo se considera la existencia de cultivos continuamente inundados y que por tanto quedan encuadrados en la actividad 4.C.1.a.

En la figura 6.6.1 puede verse la evolución entre los años 1990 y 2011 de las emisiones de estas dos actividades. El cultivo de arroz no sufre grandes cambios, excepto en años de gran sequía. La quema de residuos presenta una línea muy quebrada debido a las variaciones en las emisiones de la quema de residuos de poda del olivar y el viñedo, provocadas por los cambios interanuales en sus respectivas producciones.

Figura 6.6.1.- Emisiones de CO₂-eq de las fuentes no clave

6.6.2.- Aspectos metodológicos

Para el cultivo de arroz se ha seguido la metodología del epígrafe 4.3 del Manual Referencia 1996 IPCC, tomando como factor de emisión el correspondiente a España que figura en la tabla 4-9 de dicho Manual.

Para la quema de residuos agrícolas se ha seguido la metodología del epígrafe 4.4.3 del citado Manual, tomando para los factores de emisión los valores de la tabla 4.16 del Manual. Los parámetros seleccionados para el cálculo de la variable de actividad pueden consultarse el Anexo 3.2.c.

6.6.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La información sobre la variable de actividad de 4C proviene del Anuario de Estadística del MAGRAMA y según sus especificaciones metodológicas la incertidumbre se cifra en torno al 3%, mientras para el factor de emisión, cuya información se ha obtenido de estudios nacionales, se estima una incertidumbre en torno al 20%.

Para la actividad 4F, la incertidumbre de los factores de emisión, como puede deducirse de los rangos de variación mostrados en la tabla 4-16 (Manual Referencia 1996 IPCC), es de un 40% para el CH₄ y de un 30% para el N₂O. La variable de actividad se basa en estadísticas fiables, lo que implicaría un nivel de incertidumbre bajo, pero como además integra información sobre múltiples parámetros, obtenidos de estudios bibliográficos, para los que se asume una mayor incertidumbre, se estima su incertidumbre combinada en torno al 40%.

6.6.4.- Control de calidad y verificación

La serie de emisiones de 4C registra un descenso relativo importante en los años 1993-1995. La variación se debe al cambio en esos años de la variable de actividad básica, las hectáreas cultivadas. Tras comprobar que los datos de la variable de actividad usados en el Inventario coincidían con los del Anuario de Estadística del MAGRAMA se consultó a miembros del antiguo Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación sobre este hecho. Los expertos confirmaron los datos e indicaron que los valores de dichos años eran motivados por la importante sequía en ellos registrada.

6.6.5.- Realización de nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos en esta edición del inventario.

6.6.6.- Plan de mejoras

Se está realizando una revisión global de la metodología y actuando para la obtención de los parámetros básicos a través del Grupo de Trabajo sobre Agricultura para el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (GT INV-AG) del MAGRAMA, con la colaboración de expertos en la materia. Los resultados de esos estudios podrán, una vez hayan sido contrastados, ser incorporados a la información de base de este sector del inventario, lo que se espera realizar en la próxima edición del inventario.

7.- USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SELVICULTURA

7.1.- Panorámica del sector

En este capítulo se aborda el sector del **Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y la Selvicultura**, UTCUTS (sector LULUCF, por sus siglas en inglés). Este sector se divide en varios usos del suelo: Bosques (*Forest*), categoría 5A; Cultivos (*Cropland*), categoría 5B; Pastizales (*Grassland*), categoría 5C; Humedales (*Wetlands*), categoría 5D; Asentamientos (*Settlements*), categoría 5E; y Otras tierras (*Other land*), categoría 5F. También se incluye la Quema de biomasa (Biomass burning) que, en la nomenclatura CRF, viene referida como código 5V, donde se recogen las emisiones de los incendios forestales. No se incluye información en las restantes tablas de información de base (5(IV) – emisiones de CO₂ por aplicación de enmiendas calizas, 5(III) – emisiones de N₂O por perturbaciones asociadas a conversiones a cultivos, 5(II) – emisiones de gases distintos del CO₂ de drenaje de suelos y humedales y 5(I) – emisiones directas de N₂O por fertilización de tierras forestales y otras), debido a que en España no se aplican las prácticas a las que se hace referencia en dichas tablas.

La recogida de información y procesamiento de la misma está a cargo del Grupo de Trabajo sobre Usos de Suelo y Cambio Climático (GT-USCC), según aparece reseñado en la descripción del Sistema Español de Inventario (SEI), expuesta en el capítulo 1. El grupo GT-USCC está formado por representantes de la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal, de la Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios, de la Oficina Española de Cambio Climático y de la Dirección General de Calidad, Evaluación Ambiental y Medio Natural, todas las anteriores pertenecientes al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; del Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Fomento, y la colaboración de las asistencias técnicas de Análisis Estadístico de Datos, S.A., (AED), Técnicas del Medio Natural (TECMENA), y Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A. (TRAGSATEC).

Las estimaciones presentadas en esta edición 2013 del inventario (serie 1990-2011), además de incluir las correspondientes al año 2011, modifican las del período 1990-2010, publicadas en la edición anterior del inventario, debido a los cambios en la nueva información de base disponible y a la revisión metodológica efectuada, aspectos que se comentan más adelante.

7.1.1.- Definiciones, clasificaciones y asignaciones de usos del suelo

Referencias metodológicas principales

España sigue las directrices del IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) para el cálculo de los cambios en las existencias de carbono en el sector LULUCF (*Land Use, Land Use Change and Forestry*), basándose en los siguientes documentos:

- Guía de Buenas Prácticas para el Uso de la Tierra, el Cambio de Uso de la Tierra y la Silvicultura (*Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*, 2003), desde ahora GPG-LULUCF 2003 de IPCC¹. Esta es la referencia principal para las estimaciones de las absorciones y emisiones netas del sector LULUCF y de las actividades LULUCF del Protocolo de Kioto.
- Directrices del IPCC revisadas en 1996 para Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero (*Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*), desde ahora Manual de Referencia 1996 IPCC².
- Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*), referida como GPG-2000 de IPCC.

Además de las tres referencias principales citadas de IPCC, se cita a lo largo del texto otra documentación complementaria, que también se reseña al final de este capítulo en el apartado "Referencias".

Definiciones de interés

Las definiciones adoptadas sobre las categorías de usos de la tierra son las siguientes:

- Bosque o tierras forestales (FL), que comprende toda la tierra con vegetación leñosa, de uso no agrícola, coherente con los umbrales utilizados para definir las tierras forestales. También comprende sistemas con vegetación actualmente inferior al umbral de la categoría de tierras forestales, pero que se espera que lo rebasen y dehesas que no se encuentran en zonas de cultivo o pastizal.

La definición operativa de bosque para la Convención y para el Protocolo de Kioto, queda determinada por las siguientes especificaciones:

Bosque, comprende las tierras pobladas con especies forestales arbóreas como manifestación vegetal dominante y que se ajusten a los siguientes parámetros:

¹ <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf.htm>

² <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf.htm>

- *Fracción de cabida cubierta arbórea (FCC) \geq 20%.*
- *Superficie mínima 1 hectárea.*
- *Altura mínima de los árboles maduros 3 metros,*

También deben ser considerados bosques, los sistemas de vegetación actualmente inferiores a dichos umbrales pero que se espera que lo rebasen.

Adicionalmente se ha considerado para el cómputo de las superficies de bosque un umbral de anchura mínima de 25 metros para los elementos lineales³.

- Cultivos o tierras agrícolas (CL), que comprende las tierras de cultivo, incluidas aquéllas cuyos cultivos se realizan en terrenos con arbolado adehesado⁴, siempre que estas formaciones de arbolado adehesado no cumplan la definición de bosque (FL) según se ha determinado previamente.
- Pastizales (GL), donde se incluyen, junto a los pastizales, las tierras de pastoreo que no se consideran tierras agrícolas. También comprende pastizales, prados o praderas con arbolado adehesado, siempre que estas formaciones de arbolado adehesado no cumplan la definición de bosque (FL) según se determina más adelante.
- Humedales (WL), que comprende la tierra cubierta o saturada por agua durante la totalidad o parte del año.
- Asentamientos o artificial (SL), que comprende toda la tierra desarrollada, con inclusión de la infraestructura de transporte y los asentamientos humanos de todo tamaño, a menos que estén incluidos en otras categorías.
- Otras tierras (OL), comprende suelo desnudo, roca, hielo y otras áreas de tierra que no entran en ninguna de las otras categorías.

Además, es necesario incluir la definición de “dehesa”, debido a la importancia de este tipo de sistema agrosilvopastoril en España y sus peculiaridades.

- Dehesa: una dehesa es, en general, un sistema forestal antropizado constituido fundamentalmente por un estrato de arbolado claro, con presencia o no de matorral y, generalmente, un estrato herbáceo, acompañado o no de cultivos agrícolas, en el que se lleva a cabo un aprovechamiento agrosilvopastoril extensivo, gracias al cual, se mantiene su estructura en el tiempo.

³ Esta restricción del umbral de anchura mínima no se aplica en el Inventario Forestal Español a las riberas arboladas con especies autóctonas o asilvestradas de estructura irregular, origen natural y gran biodiversidad, dado su gran valor ecológico.

⁴ Arbolado adehesado se refiere al arbolado de las dehesas. Véase más abajo en este mismo apartado la definición de “dehesa”.

Clasificaciones y asignaciones

Para realizar la asignación de los distintos usos de la tierra a las categorías 5A a 5F de CRF se han utilizado como base las cartografías CORINE LAND COVER de 1990 (CLC90) y de 2006 (CLC06)⁵, habiéndose realizado una armonización entre los cambios de nomenclatura existentes entre ambas ediciones del CORINE LAND COVER. Se ha seleccionado el CORINE LAND COVER como base para obtener los datos de superficies de los distintos usos del suelo porque es la única cartografía disponible de 1990 que cubre el total de la superficie nacional con información sobre los distintos usos del suelo para dicho año, con lo que se logran minimizar las lagunas y solapamientos que resultarían del uso de distintas cartografías para distintos usos. Las explotaciones cartográficas han sido realizadas por IGN, participando el Centro de Estudios Medioambientales del Mediterráneo (CEAM) en la verificación de determinadas explotaciones. Los criterios de asignación de clases CORINE LAND COVER cruzados con Mapa Forestal de España (MFE50) a clases UNFCCC fueron establecidos por el GT-USCC.

En el caso de las superficies forestales se ha superpuesto a las coberturas de CORINE LAND COVER la cobertura del MFE50^{6,7}. Esta superposición ha sido necesaria para identificar la superficie de Dehesas y, en algunos casos, depurar la fracción de cabida cubierta del arbolado.

En el caso de los bosques y mosaicos se ha realizado un minucioso trabajo para asignar adecuadamente las superficies a las clases de uso de UNFCCC. La integración del Mapa Forestal de España con el CORINE LAND COVER ha permitido ajustar los criterios de asignación como bosque o como otro uso, en función de una fracción de cabida cubierta arbórea igual o superior a 20% (dato obtenido del MFE50).

El sumario de cómo se ha realizado la reclasificación se indica en el cuadro 7.1.1.

⁵ Las cartografías CORINE LAND COVER 1990 y 2006 han sido facilitadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

⁶ Mapa Forestal de España, escala 1:50.000 (MFE50), elaborado entre los años 1998 y 2007 por la Dirección General para la Biodiversidad (DGB), actualmente D. G. de Desarrollo Rural y Política Forestal.

⁷ El Área de Inventario y Estadísticas Forestales de la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal ha facilitado la cobertura del Mapa Forestal de España para la superposición con el CORINE LAND COVER, tarea realizada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Cuadro 7.1.1.- Cambios realizados en las coberturas CORINE LAND COVER⁸

1.	Todas las teselas con tipo estructural 3 (dehesas según el MFE50) han sido reclasificadas, según la FCC del arbolado, como "OL" (si la FCC < 20%) o bosque "FL" (si la FCC >= 20%).
2.	Las categorías que según CLC son dehesas, 24400 (sistemas agroforestales) pero que según el MFE50 presentan un tipo estructural distinto de 3 (el correspondiente a dehesa) y las categorías de mosaicos (códigos CLC 242 y 243) se han asignado a "GL" y a "CL".
3.	En la asignación como bosque "FL" se han considerado las correspondientes categorías de CORINE LAND COVER, descontando aquellas superficies cuya FCC de arbolado es inferior al 20%. Estas superficies (cuya FCC es inferior al 20%) han quedado reasignadas como "OL".
4.	También se ha considerado como bosque "FL" la superficie ocupada por matorral con arbolado disperso (categoría 324) y cuya FCC es superior al 20%.
5.	Para el resto de categorías se han mantenido las asignaciones originales de CORINE LAND COVER.

Procedimiento de ajuste de las superficies

Las explotaciones cartográficas anteriormente comentadas permitieron determinar el reparto de la superficie del territorio español entre las clases UNFCCC al comienzo del año 1990. Asimismo, de las explotaciones cartográficas se generó una propuesta de matriz de cambios de uso del suelo entre los años 1990 y 2006.

Los resultados de esta matriz inicial de cambios de uso del suelo fueron contrastados, en la medida de lo posible, con procedimientos "verdad terreno" y complementados con información estadística sobre determinados cambios de usos del suelo. Entre la información estadística incorporada para complementar la generada por las explotaciones cartográficas cabe destacar los registros de:

- Forestación de tierras agrícolas con subvención de la Política Agrícola Común de la Unión Europea (PAC), información facilitada al inventario por la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal.
- Forestación/reforestación de tierras agrícolas sin subvención de la PAC, de pastizales y otras tierras, realizadas en el marco de la política forestal, y cuya información fue facilitada al inventario por la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal.

Combinando la información estadística con la información revisada de las explotaciones cartográficas se generó, finalmente, la matriz de usos y cambios de usos del suelo adoptada para esta edición del inventario, que se presenta más abajo en el epígrafe 7.1.2.

Conviene señalar, en todo caso, que, dado que por el momento se ha utilizado la información cartográfica de CORINE LAND COVER en los años de referencia 1990 y 2006, la evolución interanual, a lo largo del periodo inventariado, se ha estimado, salvo para las forestaciones de tierras, en función de proyecciones lineales sobre los cambios detectados entre dichos años de referencia, interpolando entre 1990 y 2006 y extrapolando a partir de

⁸ Esta asignación no es completamente acorde a la clasificación de superficies de UNFCCC. Por tanto, siguiendo las indicaciones del ERT, se está trabajando en una nueva asignación que cumpla con las definiciones de UNFCCC.

2006. Para el caso de las forestaciones de tierras, se han tenido en cuenta los datos directos aportados por los registros antes mencionados.

Mejoras planificadas

De cara a próximas ediciones del Inventario, se pretende realizar una nueva asignación de la superficie española a las categorías anteriormente descritas. Estos cambios pueden diferenciarse en tres grupos: i) los destinados a mejorar la coherencia de las definiciones de las categorías con las definiciones que se recogen en la GPG-LULUCF 2003 de IPCC; ii) los cambios que procuran mejorar la homogeneidad interna de los distintos usos del suelo; y iii) los destinados a reducir la longitud del periodo entre las cartografías usadas para determinar los usos de suelo y los cambios de uso del suelo, siguiendo las recomendaciones del ERT (para esto se están barajando diferentes posibilidades).

Entre los primeros se encuentra la revisión de la definición de la categoría otras tierras de forma que no incluyan superficies con vegetación arbustiva, así como la de la categoría humedales, que pasaría a incluir los espacios acuáticos (ríos, embalses,...). Adicionalmente, para la mejora de la caracterización de las seis categorías UNFCCC, se está estudiando una subdivisión de las mismas. Por tanto, se está valorando la desagregación de la categoría tierras agrícolas en las subcategorías cultivos herbáceos y cultivos permanentes; la categoría pastizales en pastizales con vegetación herbácea, con vegetación predominantemente arbustiva y con vegetación arbórea; y los humedales en tierras húmedas y láminas de agua.

Asimismo como ha recomendado el ERT de la In Country Review 2011, se sigue trabajando en disminuir el número de depósitos actualmente informados como “NE” por carencia de metodología o datos de base, con el fin de lograr una mejor exhaustividad del Inventario.

7.1.2.- Síntesis de la estimación de superficies de usos del suelo

Como resultado de los procedimientos arriba comentados se muestran en este apartado las cifras de superficies estimadas en las distintas categorías de usos del suelo y las conversiones de superficies entre ellas operados a lo largo de los años del periodo inventariado.

Para cada clase de uso UNFCCC se determinó una superficie al principio del periodo inventariado, que corresponde con el inicio de 1990 o, lo que es lo mismo, con el final del año 1989. A lo largo de cada año del periodo inventariado se computan: i) entradas, a una clase de uso de la tierra, procedentes de otras clases, y ii) salidas de una clase de uso a otras clases de uso. Este balance de entradas y salidas permite actualizar las superficies a lo largo de los años del periodo inventariado de acuerdo con el sistema de ecuaciones 7.1.1 siguiente:

Sistema de Ecuaciones 7.1.1.- Cambios de uso de la tierra y tierra que permanece en su uso

$$U_f^t = U_i^t + \sum_{j \neq i} E_{ji}^t - \sum_{j \neq i} S_{ij}^t$$

$$U_f^{t-1} = U_i^t$$

$$UP_i^t = U_i^t - \sum_{j \neq i} S_{ij}^t$$

donde,

U_f^t = superficie estimada de la categoría i al final del año t (ha)

U_i^t = superficie estimada de la categoría i al principio del año t (ha)

E_{ji}^t = superficie que pasa de la categoría j a la i en el año t (ha)

S_{ij}^t = superficie que pasa de la categoría i a la j en el año t (ha)

UP_i^t = superficie estimada de la categoría i que permanece en dicha categoría en el año t con relación al año anterior (ha)

De acuerdo con la fórmula anterior, las conversiones vienen referidas a un determinado año y el cálculo de las superficies que continúan dentro de la misma categoría de uso del suelo varía en función de las detracciones de ese uso y de las conversiones a ese uso. La fórmula computa las superficies por usos al final de cada año de referencia, tras haber recogido las conversiones entre usos. No obstante lo anterior, en el caso de los sistemas forestales las conversiones se consideran, de acuerdo con la GPG-LULUCF 2003 de IPCC, que tienen un periodo de maduración de 20 años, hasta que se integran plenamente en el uso forestal al que se han reconvertido procedentes de otros usos. Es por ello que en las tablas CRF se informa para cada año de las cifras acumuladas de conversión que todavía no han madurado (hasta transcurrir 20 años) desde su periodo inicial de conversión, y en el apartado 7.2 de Sistemas Forestales se informa coherentemente desglosando las conversiones a uso forestal mediante una partida que recoja las superficies convertidas que se encuentran en transición hasta su maduración a uso forestal definitivo.

En la tabla 7.1.1 se presentan, para cada una de las categorías de usos del suelo y para el total de ellas, las superficies estimadas entre 1989 y 2011, refiriéndose las cifras a datos a final de cada año. En la tabla 7.1.2 se muestran las superficies que en cada uso permanecen como tales respecto al año anterior y las superficies de cambios de uso (éstas en términos acumulados hasta el año correspondiente) desde 1990 a 2011, tal y como se

informa en las tablas CRF⁹. Los cambios se señalan con la clase de origen y destino, habiéndose introducido la notación adicional de CL_{PAC} y CL_{no PAC}, que corresponden respectivamente a las tierras agrícolas que han sido reforestadas con subvenciones de la Política Agrícola Común (PAC) o con actuaciones de forestación/reforestación (sin subvenciones de la PAC). Las demás conversiones siguen la notación convencional con los códigos de origen y destino de uso del suelo.

Tabla 7.1.1.- Evolución de las superficies totales por categorías UNFCCC. Datos a final de cada año (Cifras en hectáreas)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
FL	12.587.726	12.610.496	12.639.799	12.668.496	12.699.699	12.773.494	12.871.931	12.990.020	13.096.591	13.216.340	13.285.203
CL	21.208.664	21.175.152	21.141.703	21.108.016	21.074.562	20.984.049	20.871.105	20.740.442	20.618.045	20.500.874	20.412.688
GL	4.736.702	4.725.857	4.708.369	4.691.453	4.678.077	4.667.968	4.658.454	4.647.535	4.635.762	4.625.255	4.613.473
WL	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009
SL	756.196	776.664	797.133	817.601	838.069	858.538	879.006	899.474	919.943	940.411	960.880
OL	11.250.526	11.251.645	11.252.809	11.254.248	11.249.405	11.255.766	11.259.317	11.262.342	11.269.473	11.256.934	11.267.570
Total	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
FL	13.362.519	13.410.769	13.450.572	13.492.061	13.556.345	13.592.060	13.628.798	13.653.445	13.662.397	13.668.828	13.677.496	13.686.977
CL	20.317.444	20.246.379	20.191.222	20.134.159	20.080.134	20.026.061	19.970.944	19.920.249	19.877.949	19.838.169	19.796.152	19.753.322
GL	4.602.684	4.597.585	4.587.257	4.578.076	4.573.057	4.567.683	4.561.971	4.556.934	4.552.893	4.548.853	4.544.812	4.540.771
WL	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009
SL	981.348	1.001.816	1.022.285	1.042.753	1.063.221	1.083.690	1.104.158	1.124.626	1.145.095	1.165.563	1.186.031	1.206.500
OL	11.275.819	11.283.264	11.288.478	11.292.766	11.267.057	11.270.320	11.273.943	11.284.559	11.301.480	11.318.402	11.335.323	11.352.244
Total	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823

FL: Zonas forestales o bosques; CL: Cultivos; GL: Pastizales; WL: Humedales; SL: Asentamientos; OL: Otras tierras.

⁹ En el paso a Asentamientos, se considera que las emisiones se generan durante el primer año de cambio (véase sección 7.6). Por tanto, su variable de actividad asociada es la superficie en conversión en dicho año y así se informa en la tabla. Sin embargo, a petición del ERT por comparabilidad con otros países, en el CRF se informa en SL_{transición} de la superficie acumulada durante los últimos 20 años. Hay que resaltar que al informar de las superficies acumuladas se generan factores de emisión implícitos que no se corresponden con los factores de emisión realmente usados.

Tabla 7.1.2.- Evolución de las superficies de los distintos usos de suelo y cambios de usos de suelo (Cifras en hectáreas)

[illegible][illegible]

Tabla 7.1.2.- Evolución de las superficies de los distintos usos de suelo y cambios de usos de suelo (Cifras en hectáreas) (Continuación)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
FL permanece	12.579.621	12.579.081	12.578.541	12.578.001	12.577.460	12.576.920	12.599.690	12.628.994
FL transición	976.723	1.012.979	1.050.258	1.075.445	1.084.937	1.091.908	1.077.806	1.057.984
CL → FL	636.400	657.664	679.973	697.859	707.351	714.322	722.828	732.209
CL _{PAC}	625.631	646.313	668.391	686.251	695.743	702.715	711.923	721.944
CL _{no PAC}	10.769	11.351	11.583	11.608	11.608	11.608	10.905	10.264
GL → FL	103.033	104.367	106.038	107.034	107.034	107.034	100.230	86.783
OL → FL	237.290	250.948	264.246	270.552	270.552	270.552	254.749	238.992
CL permanece	20.080.134	20.026.061	19.970.944	19.920.249	19.877.949	19.838.169	19.796.152	19.753.322
GL permanece	4.481.426	4.469.943	4.458.122	4.446.976	4.436.827	4.426.677	4.422.637	4.418.596
GL transición	91.631	97.740	103.849	109.958	116.067	122.175	122.175	122.175
CL → GL	91.631	97.740	103.849	109.958	116.067	122.175	122.175	122.175
WL	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009
SL permanece	1.042.753	1.063.221	1.083.690	1.104.158	1.124.626	1.145.095	1.165.563	1.186.031
SL transición	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468
FL → SL	540	540	540	540	540	540	540	540
CL → SL	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427
GL → SL	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254
OL → SL	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248
OL permanece	10.964.522	10.947.616	10.931.070	10.921.517	10.918.269	10.915.022	10.931.943	10.948.864
OL transición	302.535	322.704	342.873	363.042	383.211	403.380	403.380	403.380
CL → OL	184.095	196.368	208.641	220.914	233.187	245.460	245.460	245.460
GL → OL	118.440	126.336	134.232	142.128	150.024	157.920	157.920	157.920
Total	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823

FL: Zonas forestales o bosques; CL: Cultivos; GL: Pastizales; WL: Humedales; SL: Asentamientos; OL: Otras tierras

7.1.3.- Síntesis de la estimación de los flujos de GEI

Las tierras que en un momento dado están asignadas a un determinado uso del suelo y las tierras que cambian de uso dan lugar, en general, a procesos generadores de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero.

En la tabla 7.1.3 siguiente se muestra una síntesis de la serie temporal 1990-2011 de emisiones (+) y absorciones (-) estimados, según se informa sobre el sector LULUCF a la Convención. Los flujos referidos en cada categoría LULUCF recogen las correspondientes absorciones y emisiones, tanto para los usos de la tierra que permanecen en la categoría referida, como para los de cambios de usos de la tierra (procedentes de otras categorías) que tienen como destino la categoría referida. Una partida diferenciada se establece para la quema de biomasa en incendios forestales. La información de esta tabla se desglosa más adelante para cada una de las categorías en las secciones 7.2 a 7.7. En la parte a) de la figura 7.1.1 se visualiza la información de la tabla 7.1.3, pudiendo apreciarse cómo la categoría Bosques domina con sus absorciones los niveles del gráfico. Es por ello que complementariamente se presenta en la parte b) de la misma figura la evolución de los flujos de emisión y absorción de las restantes categorías, con exclusión de la categoría Bosques, permitiendo así visualizar los niveles relativos de estas otras categorías a lo largo del tiempo.

Tabla 7.1.3.- Emisiones (+) y absorciones (-) de CO₂ por usos y cambios de uso del suelo (Cifras en Gg CO₂)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Bosques	-18.814	-20.064	-22.548	-24.458	-24.965	-25.106	-25.233	-25.276	-25.289
Tierras agrícolas	-929	387	-1.002	-331	-4.460	-3.686	-3.016	-3.362	-3.527
Pastizales	-47	-280	-516	-749	-841	-888	-934	-934	-934
Humedales	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asentamientos	490	507	524	540	547	551	554	557	561
Otras tierras	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incendios	194	194	279	453	68	43	122	119	118
Total CO₂-eq (Gg)	-19.106	-19.257	-23.263	-24.545	-29.651	-29.087	-28.508	-28.895	-29.071
Absorciones	-19.790	-19.957	-24.066	-25.538	-30.266	-29.680	-29.184	-29.572	-29.750
Emisiones	684	701	803	993	615	593	676	677	679

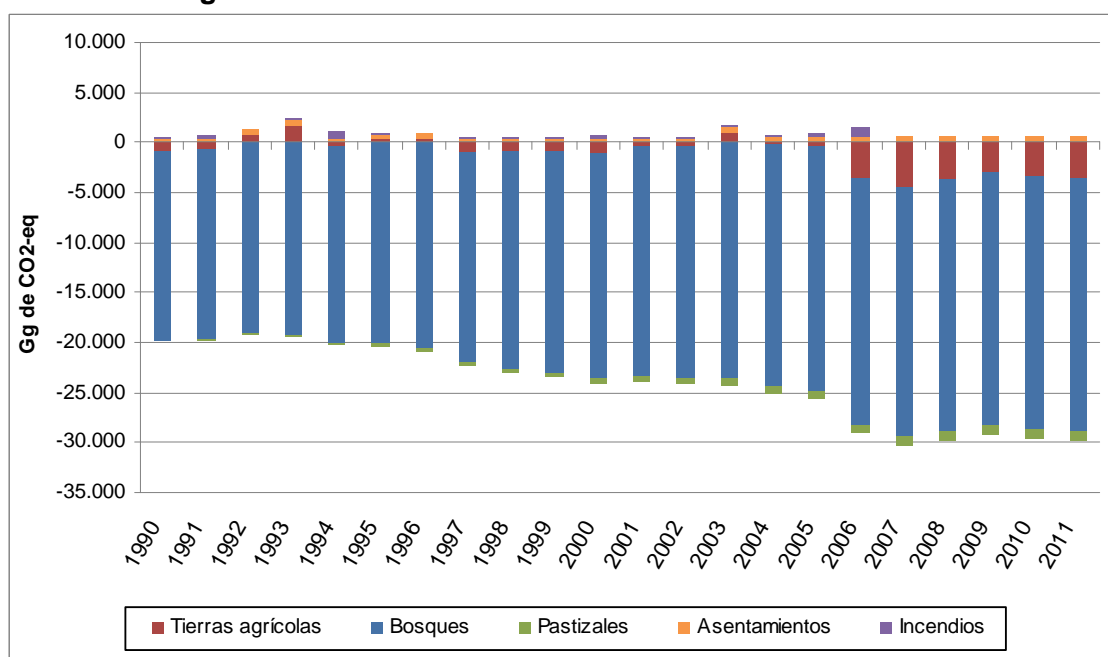
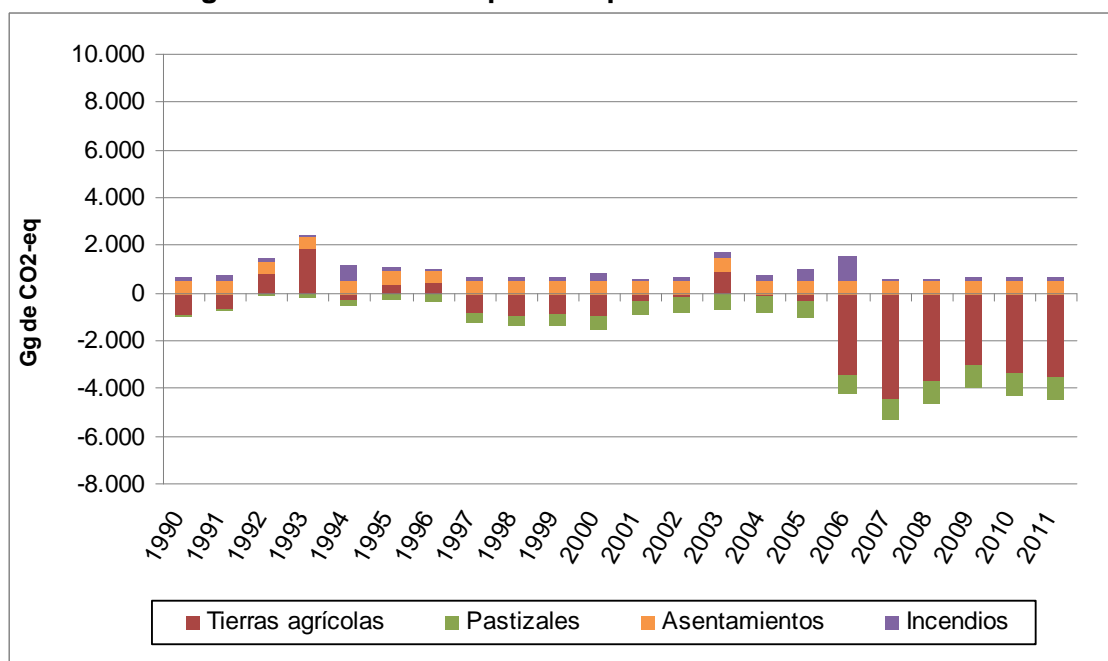
Figura 7.1.1.- Emisiones (+) y absorciones (-) de CO₂ por usos y cambios de uso del suelo (Cifras en Gg CO₂)**a) Todas las categorías LULUCF**

Figura 7.1.1.- Emisiones (+) y absorciones (-) de CO₂ por usos y cambios de uso del suelo (Cifras en Gg CO₂) (Continuación)

b) Todas las categorías LULUCF excepto Bosques



7.1.4.- Síntesis metodológica

En este epígrafe se presenta una síntesis de la metodología seguida para la estimación de las emisiones/absorciones originadas por el uso y cambios de uso de la tierra en el sector LULUCF.

El grueso de la estimación de las emisiones/absorciones estimadas proviene de la variación en los distintos depósitos de carbono: i) biomasa viva aérea (AGB); ii) biomasa viva subterránea (BGB); iii) detritus (LT); iv) madera muerta (DW); y v) carbono orgánico en suelos (SOC). Además de las emisiones/absorciones relacionadas con las variaciones en los depósitos de carbono, se estiman las emisiones de metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) óxidos de nitrógeno (NO_x) y monóxido de carbono (CO) originadas en los incendios forestales. Adicionalmente, se estiman las emisiones de CO₂ en la superficie incendiada del bosque en transición, pues mientras que las disminuciones en los stocks de C de los incendios en la superficie del bosque que permanece como bosque ya han sido computadas en el inventario forestal en las variaciones de los depósitos de carbono de la biomasa, estas no se han considerado en la estimación del crecimiento de la biomasa del bosque en transición. Otras emisiones relacionadas con N₂O y con CO₂, como perturbaciones en el suelo o aplicación de carbonatos para la enmienda de suelos ácidos, o bien no ocurren, o se consideran marginales, por lo que no se hace mención a ellas en esta presentación.

En la tabla 7.1.4 que sigue se presenta el status de cobertura de la estimación de variaciones en los depósitos de carbono del sector LULUCF, con un cuadro sinóptico de los

métodos, variables de actividad y factores de emisión aplicados para la estimación de los flujos que corresponden a los usos y cambios de uso de las seis clases de UNFCCC: bosque (FL), tierras agrícolas (CL), pastizales (GL), humedales (WL), asentamientos (SL) y otras tierras (OL). La tabla presenta por filas los usos o cambios de uso que tienen como origen la clase de uso de la fila y como destino la clase de uso de la columna (los elementos de la diagonal corresponden a las tierras que permanecen en la misma clase de uso). Para la referencia de los métodos (ME), variables de actividad (VA), y factores de emisión (FE), se sigue la anotación estándar de las GPG-LULUCF 2003 de IPCC. Como notas específicas a pie de tabla se han reseñado las siguientes: NE (NF), argumentado en NIR como “No Fuente”; NE (BN), se asume “Balance Neutro”; NE (NM): “Método no adoptado” por IPCC.

Tabla 7.1.4.- Cobertura de la estimación de variaciones en los depósitos de carbono del sector LULUCF: Métodos, Variables de Actividad y Factores de Emisión

		FL			CL			GL			WL			SL			OL		
		ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE
FL	AGB	T2	NS	D, CS	NO			NO			NO			T1, T2	NS	CS	NO		
	BGB	T2	NS	D, CS										T1, T2	NS	CS			
	LT	NE (NF)												T1	NS	CS, D			
	DW	NE (NF)												T1	NS	CS, D			
	SOC	NE (BN)												T1	NS	CS, D			
CL	AGB	T1	NS	D, CS	T2	NS	CS	NE			NO			T1	NS	D	NE (NF)		
	BGB	T1	NS	D, CS	T2	NS	CS	NE						T1	NS	D			
	LT	NE (NF)			NE (BN)			NO						NO					
	DW	NE (NF)			NE (BN)			NO						NO					
	SOC	T1	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS				NE (NB)					
GL	AGB	T1	NS	D, CS	NO			NE (BN)			NO			T1	NS	D	NE (NF)		
	BGB	T1	NS	D, CS										T1	NS	D			
	LT	NE (NF)												NO					
	DW	NE (NF)												NO					
	SOC	T1	NS	D, CS										NE (NB)					
WL	AGB	NO			NO			NO			NE (BN)			NO			NO		
	BGB																		
	LT																		
	DW																		
	SOC																		
SL	AGB	NO			NO			NO			NO			BN			NO		
	BGB																		
	LT																		
	DW																		
	SOC																		
OL	AGB	T1	NS	D, CS	NO			NO			NO			T1	NS	CS	NE (BN)		
	BGB	T1	NS	D, CS										T1	NS	CS			
	LT	NE (NF)												NO					
	DW	NE (NF)												NO					
	SOC	NE (BN)												NE (NB)					

FL: Bosques; CL: Tierras agrícolas; GL: Pastizales; WL: Humedales; SL: Asentamientos; OL: Otras tierras

ME: Métodos; VA: Variables de actividad; FE: Factor de emisión

AGB: Biomasa viva aérea; BGB: Biomasa viva subterránea; DW: Madera muerta; LT: Detritus; SOC: Carbono orgánico suelos

T1: Tier 1; T2: Tier 2; NS: Estadísticas Nacionales; CS: Específico de País; D: Valor por defecto IPCC; NE (NF): Argumentado en NIR como No Fuente; NE (BN): Se asume Balance Neutro; NE (NM): Método no adoptado por IPCC.

7.1.5.- Incertidumbre y coherencia de series temporales

Cuantificación de la incertidumbre

Antes de comenzar con la exposición de la información sobre la cuantificación de la incertidumbre, es necesario comentar que se está en proceso de mejora del actual enfoque de estimación de la incertidumbre (nivel 1) a uno de nivel 2. Esta modificación, aún no implementada, viene motivada por los elevados valores de incertidumbre obtenidos para algunas de las categorías de LULUCF. Estos valores, pese a estar estimados correctamente según el enfoque de nivel 1, resultan muy superiores al 30%. Cuando la desviación es mayor a este 30%, las guías de IPCC¹⁰ recomiendan, aunque no obligan, al uso de un método de estimación avanzado.

En este epígrafe se presenta la información sobre cuantificación de la incertidumbre respecto al nivel (años 1990, 2010 y 2011) y respecto a la tendencia (años 2010 y 2011) de las emisiones de los usos y cambios de uso del suelo para informar a LULUCF-Convención.

- Incertidumbre sobre el nivel en el año 1990.

En la tabla 7.1.5 se presenta la cuantificación de la incertidumbre sobre el nivel para el año 1990. La notación de las columnas es la siguiente. Las columnas A y B determinan el cruce de categoría con gas. La columna D muestra la emisión (+) o absorción (-) correspondiente al año indicado, expresado en términos de Gg CO₂-eq. La columna siguiente a la D muestra la contribución de cada categoría al nivel de emisiones (valores de -19.106 neto y de 22.784 ajustado absoluto). La columna situada dos lugares a la derecha de la D muestra la contribución acumulada de las actividades en orden descendente al nivel de emisiones. Las columnas G y H muestran en porcentaje distintas cuantificaciones de la incertidumbre. En concreto, la columna E el valor de la incertidumbre atribuida a la variable de actividad, la columna F la atribuida al factor de emisión, la columna G la incertidumbre de la emisión estimada, y la columna H la contribución de cada categoría a la estimación de la incertidumbre del agregado.

En filas, además de la relación de categorías, aparecen las siguientes partidas:

- CO₂-eq neto, que recoge la suma algebraica de las emisiones/absorciones estimadas de las distintas partidas.
- CO₂-eq ajustado, que recoge la suma de los valores absolutos de las emisiones/absorciones de las distintas partidas.
- Incertidumbre, que recoge en la celda inferior derecha la cuantificación de la incertidumbre de las emisiones/absorciones para informar a LULUCF-Convención.

¹⁰ 2000 IPCC GPG, apartado 6.3 pg. 6.12.

Los comentarios más relevantes a la cuantificación de la incertidumbre sobre el nivel en el año 1990 son los siguientes:

- La incertidumbre queda dominada, en el orden que se indica, por las categorías 5A1 y 5B1 (Sumidero), con un efecto conjunto en el que se componen el alto nivel de sumidero de categoría 5A1 y un nivel de sumidero comparativamente reducido de la categoría 5B1, con unas incertidumbres que están en la proporción de 4 a 1 entre la categoría 5B1 y 5A1. Las restantes actividades tienen una contribución marginal a la incertidumbre total, pues aunque sus incertidumbres individuales puedan ser altas tienen escasa peso en el agregado, dados sus reducidos niveles de flujos de GEI. En conjunto, la incertidumbre estimada sobre el nivel para el agregado de LULUCF-Convención es del 54%.
 - Incertidumbre sobre el nivel y sobre la tendencia en los años 2010 y 2011.
- En las tablas 7.1.6 y 7.1.7 se presenta la cuantificación de la incertidumbre sobre el nivel y sobre la tendencia para los años 2010 y 2011 respectivamente. Como los resultados son bastante similares para ambos años la referencia que sigue se hará sobre el año 2011. La notación de las columnas es la siguiente. Las columnas A y B determinan el cruce de categoría con gas. Las columnas C y D muestran las emisiones (+) o absorciones (-) correspondiente respectivamente a los años 1990 y 2011, expresados en términos de Gg CO₂-eq. La columna siguiente a la D muestra la contribución de cada categoría al nivel de emisiones (valores de -29.071 neto y de 36.367 ajustado absoluto). La columna situada dos lugares a la derecha de la D muestra la contribución acumulada de las actividades en orden descendente al nivel de emisiones. Las columnas E y F muestran respectivamente las incertidumbres atribuidas a las variables de actividad y a los factores de emisión de las distintas categorías. La columna G muestra la incertidumbre de la emisión estimada. La columna H la contribución de cada categoría a la estimación de la incertidumbre del nivel del agregado. La columna SN el supuesto sobre la existencia o no de correlación en el tiempo de la variable de actividad. Las columnas I y J muestran respectivamente los valores de las denominadas "sensibilidad tipo A"¹¹ y "sensibilidad tipo B"¹². Las columnas K y L muestran la cuantificación de la incertidumbre incorporada sobre la tendencia por la propia incertidumbre del factor de emisión y de la variable de actividad respectivamente. Por último, la columna M muestra la cuantificación de la incertidumbre incorporada sobre la tendencia por la incertidumbre estimada para cada categoría.

¹¹ Representa el cambio en la diferencia en las emisiones/absorciones de una categoría entre el año 1990 y el año de referencia, 2011, expresado como porcentaje, resultante de un aumento del 1% en las emisiones/absorciones de una fuente/sumidero y gas dados tanto en el año 1990 como en el año de referencia, 2011.

¹² Representa el cambio en la diferencia en las emisiones/absorciones de una categoría entre el año 1990 y el año de referencia, 2011, expresado como porcentaje, resultante de un aumento del 1% en las emisiones/absorciones de una fuente/sumidero y gas dados en el año de referencia, 2011. Las incertidumbres que están correlacionadas a lo largo de los años se asocian normalmente con la sensibilidad de tipo A, mientras las incertidumbres que no están correlacionadas a lo largo de los años se asocian a la sensibilidad tipo B.

En cuanto a filas, además de los comentarios ya realizados para la tabla 7.1.5, aparecen las siguientes partidas:

- Incertidumbre, que recoge en las celdas inferiores a la derecha de “emisiones netas” la cuantificación de la incertidumbre de la tendencia “diferencia entre el año 2011 y 1990” y de la tendencia en términos de “% respecto al valor central para el año 1990” de LULUCF-Convención.

Los comentarios más relevantes a la cuantificación de la incertidumbre sobre el nivel y sobre la tendencia en el año 2011 son los siguientes:

- La incertidumbre sobre el nivel queda dominada, en el orden que se indica, por las categorías 5B1 (Sumidero), 5A1, 5A2 y 5C2. Así, en comparación con el año 1990, se hace relevante ya no sólo el cambio de posición relativa entre 5B1 y 5A1, motivado esencialmente por el aumento de los flujos de GEI en 5B1, sino también el hecho de la incorporación a la relación de dominantes de las categorías 5A2 y 5C2. De estas, la incorporación de la primera viene motivada por el importante incremento, con relación al año 1990, de sus correspondientes flujos de GEI; mientras la incorporación de la segunda se debe al efecto combinado de la elevada incertidumbre de su factor de absorción junto con el aumento de sus absorciones. En conjunto la incertidumbre sobre el nivel del año 2011 se sitúa en un 62%, lo que supone un aumento de 8 puntos porcentuales sobre la incertidumbre en el nivel del año 1990.
- En cuanto a la incertidumbre de la tendencia del año 2011, respecto al año 1990, la ponderación relativa de categorías queda dominada, en el orden que se indica, por 5B1 (Sumidero), 5A2, 5C2 y 5A1, con ponderaciones parejas entre las dos primeras. Para las cuatro categorías, en la combinación de incertidumbres atribuibles a la variable de actividad y al factor de emisión/absorción, es la incertidumbre atribuible a este segundo componente la que domina el cálculo de la incertidumbre combinada de ambos elementos. En conjunto, la cuantificación de la incertidumbre de la tendencia del año 2011 respecto al año 1990 se sitúa en torno al 60%, cuando se expresa en términos de diferencia entre ambos años, y en torno al 30%, cuando se expresa en términos relativos respecto al valor central del año 1990.

En la tabla 7.1.8 se presenta la síntesis de la cuantificación de la incertidumbre para los flujos GEI de LULUCF-Convención. Tal y como ya se ha comentado en los párrafos anteriores la incertidumbre sobre el nivel se estima en torno al 60% (54% para el año 1990, 61% para el año 2010 y 62% para el año 2011) resultado de la incertidumbre asociada a los factores de emisión de las principales actividades de LULUCF-Convención. En cuanto a la incertidumbre sobre la tendencia la cuantificación se presenta para los años 2010 y 2011 (con referencia al nivel del año 1990) y se sitúa en un 30% para el agregado de LULUCF-Convención para 2010 y en un 31% para 2011.

Tabla 7.1.5.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI con el método IPCC Tier 1. Año 1990

A		B	D			E	F	G	H
Categorías claves (Año BASE)		Gas	Emisiones Año BASE	Contribución Nivel BASE	Acumulado Nivel BASE	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada
Código IPCC	Descripción categoría		(Gg CO2-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% Emisiones totales BASE)
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero	CO2	-18.716	82,1	82	5	50	50,2	49,2
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero	CO2	-2.082	9,1	91	5	200	200,1	21,8
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Fuente	CO2	1.153	5,1	96	5	17	17,7	1,1
***	Otras categorías - Fuente	***	686	3,0	99	100	100	141,4	5,1
***	Otras categorías Sumidero	***	-146	0,6	100	100	100	141,4	1,1
CO2-eq neto			-19.106						
CO2-eq ajustado			22.784						
Incertidumbre						En las emisiones/captaciones netas:			54,1

Tabla 7.1.6.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI con el método IPCC Tier 1. Año 2010

A		B	C	D			E	F	G
Categorías claves		Gas	Emisiones Año referencia 90/95	Emisiones Año	Contribución Nivel	Acumulado Nivel	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada
Código IPCC	Descripción categoría		(Gg CO2-eq)	(Gg CO2-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero	CO2	-18.716	-18.741	51,8	52	5	50	50,2
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero	CO2	-99	-6.568	18,1	70	5	93	93,1
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero	CO2	-2.082	-6.299	17,4	87	5	200	200,1
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Fuente	CO2	1.153	2.937	8,1	95	5	17	17,7
5C2	Tierras convertidas a pastizales - Sumidero	CO2	-47	-934	2,6	98	20	600	600,3
***	Otras categorías - Fuente	***	686	711	2,0	100	100	100	141,4
CO2-eq neto			-19.106	-28.895					
CO2-eq ajustado			22.784	36.190					

A		B	H	SN	I	J	K	L	M
Categorías claves		Gas	Incertidumbre combinada	Correlación VA en el tiempo	Sensibilidad Tipo A	Sensibilidad Tipo B	Incertidumbre evoluc F.E.	Incertidumbre evoluc VA	Incertidumbre evoluc Emisiones
Código IPCC	Descripción categoría		(% Emisiones totales)	(S/N)			(%)	(%)	(%)
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero	CO2	32,6	S	0,496	0,981	24,79	2,48	24,91
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero	CO2	21,2	S	0,336	0,344	31,24	1,68	31,28
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero	CO2	43,6	S	0,165	0,330	32,94	0,82	32,95
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Fuente	CO2	1,8	N	0,062	0,154	1,06	1,09	1,52
5C2	Tierras convertidas a pastizales - Sumidero	CO2	19,4	S	0,045	0,049	27,12	0,90	27,14
***	Otras categorías	***	3,5	N	0,017	0,037	5,26	5,26	7,44
Incertidumbre			61,7	En la evolución (diferencia entre 2010 y 1990)					59,0
				En la evolución (% respecto al valor central para el año 1990):					30,2

Tabla 7.1.7.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI con el método IPCC Tier 1. Año 2011

A		B	C	D			E	F	G
Categorías claves		Gas	Emisiones Año referencia 90/95	Emisiones Año	Contribución Nivel	Acumulado Nivel	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada
Código IPCC	Descripción categoría		(Gg CO2-eq)	(Gg CO2-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero	CO2	-18.716	-18.792	51,7	52	5	50	50,2
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero	CO2	-99	-6.529	18,0	70	5	93	93,1
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero	CO2	-2.082	-6.464	17,8	87	5	200	200,1
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Fuente	CO2	1.153	2.937	8,1	95	5	17	17,7
5C2	Tierras convertidas a pastizales - Sumidero	CO2	-47	-934	2,6	98	20	600	600,3
***	Otras categorías	***	686	711	2,0	100	100	100	141,4
CO2-eq neto			-19.106	-29.071					
CO2-eq ajustado			22.784	36.367					

A		B	H	SN	I	J	K	L	M
Categorías claves		Gas	Incertidumbre combinada	Correlación VA en el tiempo	Sensibilidad Tipo A	Sensibilidad Tipo B	Incertidumbre evoluc F.E.	Incertidumbre evoluc VA	Incertidumbre evoluc Emisiones
Código IPCC	Descripción categoría		(% Emisiones totales)	(S/N)			(%)	(%)	(%)
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero	CO2	32,5	S	0,502	0,984	25,10	2,51	25,23
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero	CO2	20,9	S	0,334	0,342	31,04	1,67	31,09
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero	CO2	44,5	S	0,172	0,338	34,46	0,86	34,47
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Fuente	CO2	1,8	N	0,062	0,154	1,05	1,09	1,51
5C2	Tierras convertidas a pastizales - Sumidero	CO2	19,3	S	0,045	0,049	27,11	0,90	27,13
***	Otras categorías	***	3,5	N	0,017	0,037	5,26	5,26	7,44
Incertidumbre			62,1	En la evolución (diferencia entre 2011 y 1990)					59,9
				En la evolución (% respecto al valor central para el año 1990):					31,2

Tabla 7.1.8.- Síntesis del cálculo de la incertidumbre de los flujos GEI de LULUCF-Convención con el método IPCC Tier 1

Año	Valores absolutos (kt CO ₂ -eq)					Índice de evolución sobre año base = 100				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior		Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%		Valor	%	Valor	%
Año base	-19.106	-29.442	54,1	-8.770	-54,1	100	NA	NA	NA	NA
2010	-28.895	-46.718	61,7	-11.072	-61,7	151,24	105,53	-30,2	196,95	30,2
2011	-29.071	-47.130	62,1	-11.013	-62,1	152,16	104,64	-31,2	199,68	31,2

Coherencia de las series temporales

Las series temporales de todos los usos presentados se consideran temporalmente homogéneas en cuanto provienen de unas mismas fuentes para todo el periodo inventariado y se han elaborado con tratamientos consistentes a lo largo del tiempo. Este es el caso, especialmente, de la información que se ha levantado año a año de forestación/reforestación de tierras agrícolas (con y sin subvención de la PAC) y de las forestaciones/reforestaciones de pastizales y de otras tierras, cuyos contenidos de información se basan en expedientes registrados. Una situación diferente es la que corresponde a la estimación de las conversiones de uso entre distintas clases UNFCCC, y en que las series anuales se han derivado por interpolación de las estimaciones de posiciones en los años 1990 y 2006 basadas en cartografías referenciadas en los años indicados. Para estas actividades que implican cambio de uso la confirmación “verdad-terreno” asumiendo la fiabilidad de las posiciones en los años inicial y final, depende crucialmente de la plausibilidad del perfil lineal de evolución entre los años indicados.

7.2.- Sistemas forestales. Bosques (5A)

En esta sección se informa sobre las variaciones de los stocks de carbono (C) que tienen lugar en los sistemas forestales (FL) como consecuencia de dos procesos diferenciados. Por un lado, el aumento de los stocks de carbono en el bosque que se mantiene como tal (FL_{permanece}), es decir, cuyo uso no varía con relación al año anterior; y, por otro lado, las variaciones de stock en el bosque en transición (FL_{transición}), que resulta de la conversión de otras tierras (CL, GL y OL) por medio de las acciones de forestación/reforestación acometidas en ellas. Se considera que las superficies de este bosque en transición necesitan un periodo de maduración de 20 años a partir de la fecha en que se efectuaron las forestaciones, y una vez transcurrido ese periodo pasarán a la categoría FL_{permanece}. Por su parte, la categoría FL_{permanece} va siendo actualizada cada año con las salidas que se producen a otros usos, en concreto al uso asentamientos (SL) y que son consideradas como deforestación. Finalmente, se considera también dentro de esta actividad, las emisiones de gases de efecto invernadero debidas a la quema de biomasa en los incendios forestales.

En la tabla 7.2.1 se presenta la estimación de las variaciones del stock de carbono en los sistemas forestales distinguiendo el componente de “Bosque que permanece como bosque” (FL permanece) y el de “Tierras forestadas” (FL transición) e incluyendo tanto las variaciones en el stock de biomasa viva como las emisiones debidas a los incendios.

Tabla 7.2.1.- Fijación de carbono de los sistemas forestales (Cifras en Gg CO₂-eq)

Año	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
FL permanece	18.526	18.557	18.540	18.461	18.665	18.677	18.636	18.680	18.730
FL transición	94	1.314	3.728	5.544	6.232	6.386	6.475	6.477	6.440
TOTAL	18.620	19.870	22.269	24.005	24.897	25.064	25.111	25.156	25.171

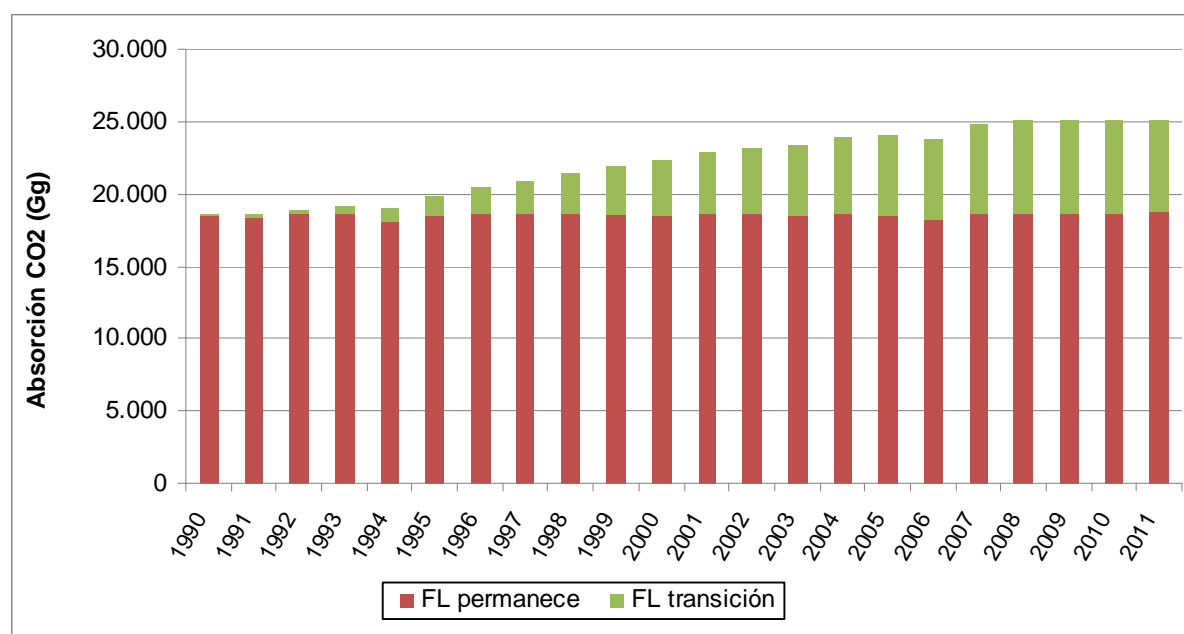
FL_{permanece}: Bosque que permanece como bosque con relación al año anterior.

FL_{transición}: Tierras forestadas/reforestadas hasta el año de referencia, pero que todavía permanecen en su periodo de maduración de 20 años, antes de pasar a FL_{permanece}.

CL → FL, GL → FL y OL → FL: Tierras forestadas/reforestadas provenientes, en su uso anterior, respectivamente de CL, GL y OL.

Nota: Los valores de esta tabla son los resultados netos de la actividad 5A. Por tanto, no sólo incluyen las fijaciones de C, sino también las pérdidas de C debidas a los incendios en forma de CO₂, CH₄ y N₂O.

En la figura 7.2.1 se muestra la evolución de la fijación de carbono en los sistemas forestales, incluyendo tanto la biomasa viva como los incendios, diferenciando entre “Bosque que permanece como bosque (FL_{permanece})” y “Tierras forestadas/reforestadas” (FL_{transición}).

Figura 7.2.1.- Fijación de CO₂ en los sistemas forestales (Cifras en Gg de CO₂-eq)

Estimación de los sumideros de carbono (depósitos de biomasa viva)

En el proceso de fijación de carbono en los depósitos de biomasa viva (aérea y subterránea) por los sistemas forestales (FL) se distinguen a lo largo del periodo 1990-2011, como se ha apuntado más arriba, las siguientes subcategorías: a) bosque que permanece como tal respecto al año anterior (FL_{permanece}) y b) bosque en periodo de transición (FL_{transición}) cuyas superficies provienen de las tierras clasificadas en otros usos distintos de bosque (CL, GL y OL) y que han sido reforestadas a lo largo del periodo inventariado, pero que todavía no han alcanzado la madurez de los 20 años. En la tabla 7.2.2 se muestra la cuantificación

de la fijación de carbono por las referidas subcategorías de usos del suelo de los sistemas forestales. Las cifras correspondientes a FL_{transición} se desglosan a su vez en las tres categorías de proveniencia de las tierras forestadas: tierras agrícolas (CL), pastizales (GL) y otras tierras (OL).

Tabla 7.2.2.- Fijación de carbono en el stock de biomasa viva de los sistemas forestales (Cifras en Gg CO₂)

Año	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
FL permanece	18.716	18.712	18.707	18.702	18.700	18.699	18.698	18.741	18.792
FL transición	98	1.222	3.542	5.239	5.718	5.841	5.963	5.952	5.905
CL → FL	3	532	2.275	3.210	3.503	3.592	3.681	3.772	3.866
GL → FL	17	141	278	346	365	369	373	354	316
OL → FL	78	549	989	1.683	1.850	1.880	1.909	1.825	1.723
TOTAL	18.814	19.934	22.249	23.941	24.418	24.540	24.661	24.693	24.697

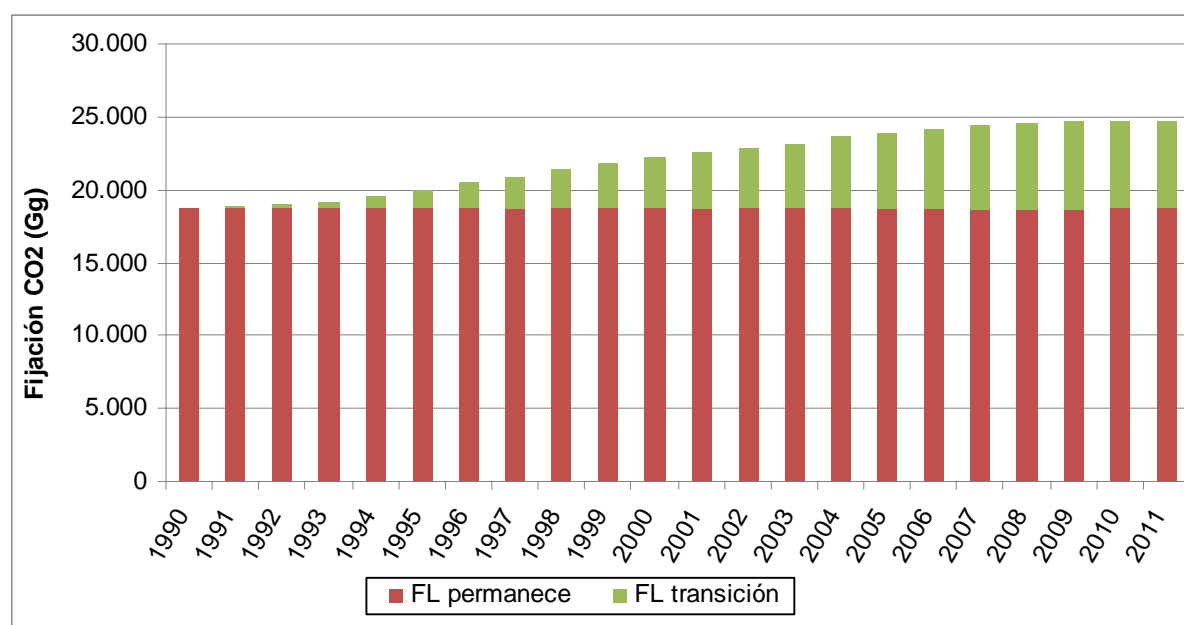
FL_{permanece}: Bosque que permanece como bosque con relación al año anterior.

FL_{transición}: Tierras forestadas/reforestadas hasta el año de referencia, pero que todavía permanecen en su periodo de maduración de 20 años, antes de pasar a FL_{permanece}.

CL → FL, GL → FL y OL → FL: Tierras forestadas/reforestadas provenientes, en su uso anterior, respectivamente de CL, GL y OL.

En la Figura 7.2.2 se representa la evolución, en el periodo 1990-2011, de la fijación de carbono por la variación de la biomasa viva de los sistemas forestales (FL) para las categorías FL_{permanece} y FL_{transición} anteriormente reseñadas. A su vez, en la figura 7.2.3 se desglosa la fijación de carbono de FL_{transición} en sus componentes (CL → FL, GL → FL y OL → FL) expresada asimismo en Gg de CO₂.

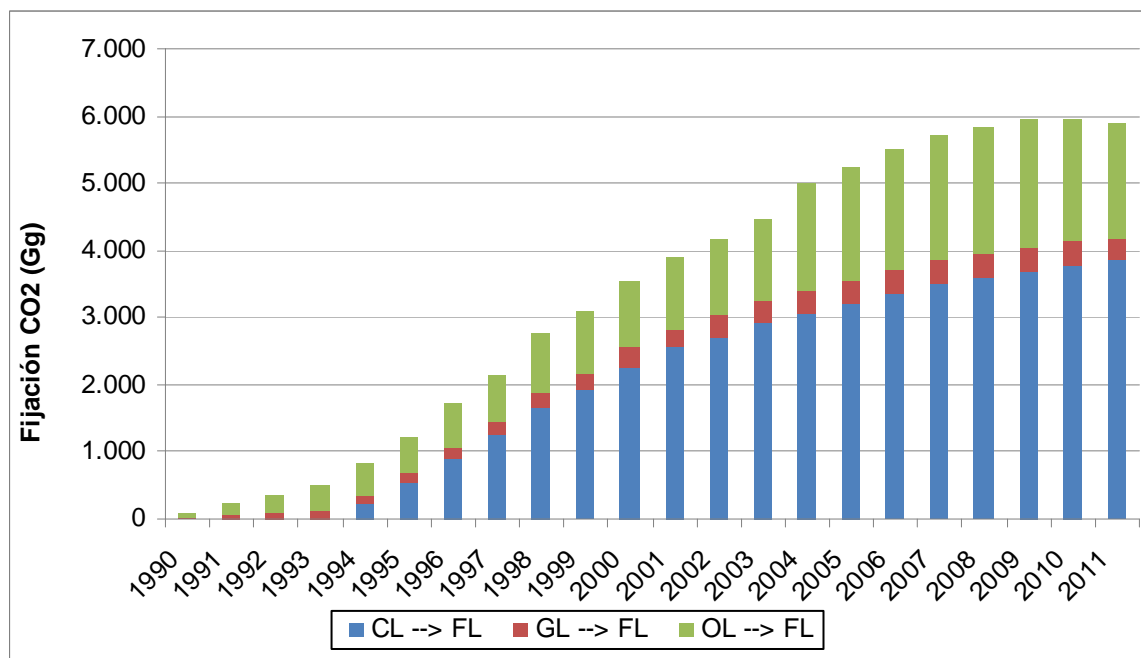
Figura 7.2.2.- Evolución de la fijación de CO₂ en el stock de biomasa viva en los sistemas forestales (Cifras en Gg de CO₂)



FL permanece: Bosque que permanece bosque (por sus siglas en inglés).

FL transición: Tierras reforestadas en años anteriores, pero que todavía permanecen en su periodo de maduración de 20 años (por sus siglas en inglés).

Figura 7.2.3.- Evolución por componentes de la fijación de CO₂ en el stock de biomasa viva en FL_{transición}



Estimación de las emisiones debidas a los incendios forestales

En cuanto a los incendios forestales, se han estimado las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), monóxido de carbono (CO) y de óxidos de nitrógeno (NO_x).

La información de base actualmente disponible para los incendios no discrimina las superficies de tierras reforestadas de las de bosque que permanece como bosque. Sin embargo, esta diferenciación es importante, ya que en los incendios en las tierras forestadas se deben contabilizar las emisiones de CO₂. Esto es debido a que en la metodología de estimación del crecimiento de la biomasa de estas masas boscosas no están incluidas las posibles pérdidas de C por perturbaciones naturales, como es el caso de la metodología aplicada al bosque que permanece como bosque. Con el fin de poder desagregar las emisiones debidas a los incendios y tras consultas con el ERT de la edición del inventario 90-09 se optó, a falta de una mejor información disponible, por realizar la desagregación basándose en la superficie total de cada una de las categorías.

Se diferencia en lo que sigue entre las emisiones en “Bosque que permanece como bosque” y “Tierras forestadas/reforestadas”.

Bosque que permanece como bosque

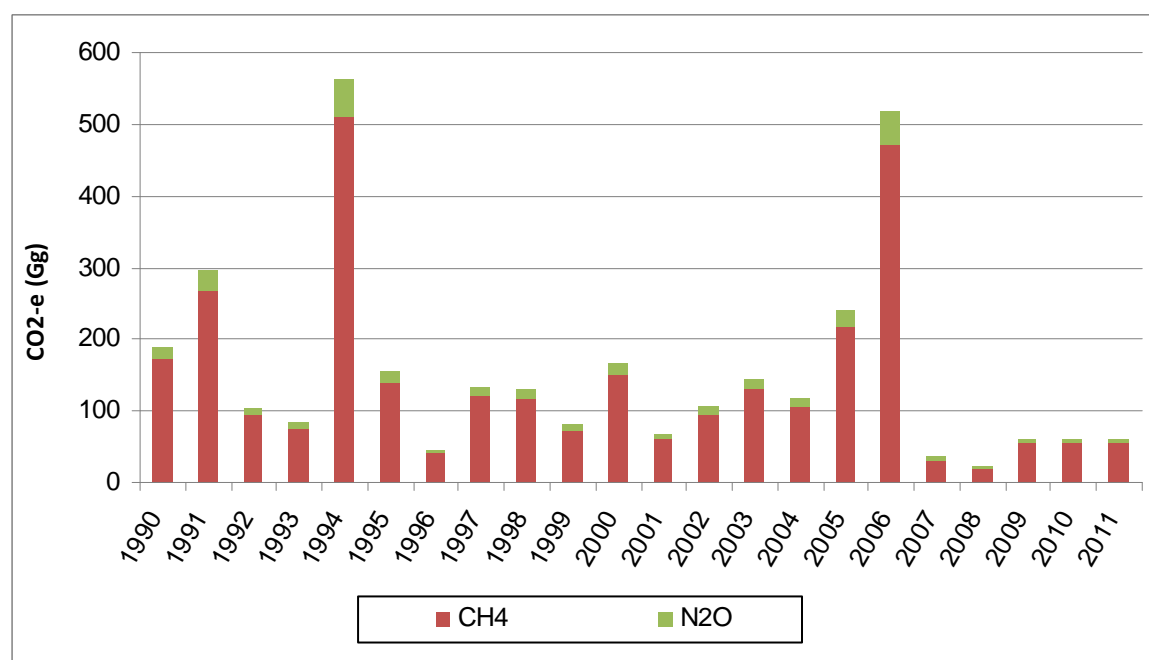
Con relación al “Bosque que permanece como bosque” el hecho diferencial es que, como se explicó anteriormente, no se computan aquí explícitamente las emisiones de CO₂, ya que han sido contabilizadas en la variación neta de carbono según el procedimiento de

estimación de absorciones netas basado en los Inventarios Forestales Nacionales; es decir, al hacer la comparación entre los sucesivos inventarios ya aparece descontado en la variación de biomasa neta la pérdida de biomasa debida a los incendios forestales. Así pues, la estimación de emisiones que para este caso se presenta cubre como gases de efecto invernadero directo el CH₄ y el N₂O, y como gases de efecto invernadero indirecto el CO y el NO_x. Esta información se presenta a continuación en la tabla 7.2.3 y en la figura 7.2.4.

Tabla 7.2.3.- Emisiones de GEI distintos de CO₂ debidas a los incendios forestales en FL_{permanece} (Cifras en toneladas)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CH ₄	8.216	6.700	7.194	10.416	1.523	950	2.709	2.669	2.674
CO	71.888	58.621	62.952	91.140	13.324	8.308	23.701	23.356	23.394
N ₂ O	56	46	49	72	10	7	19	18	18
NO _x	2.041	1.665	1.788	2.588	378	236	673	663	664

Figura 7.2.4.- Emisiones de CO₂-eq (CH₄ y N₂O) en los incendios forestales en FL_{permanece} (Cifras en Gg CO₂-eq)



Tierras forestadas/reforestadas

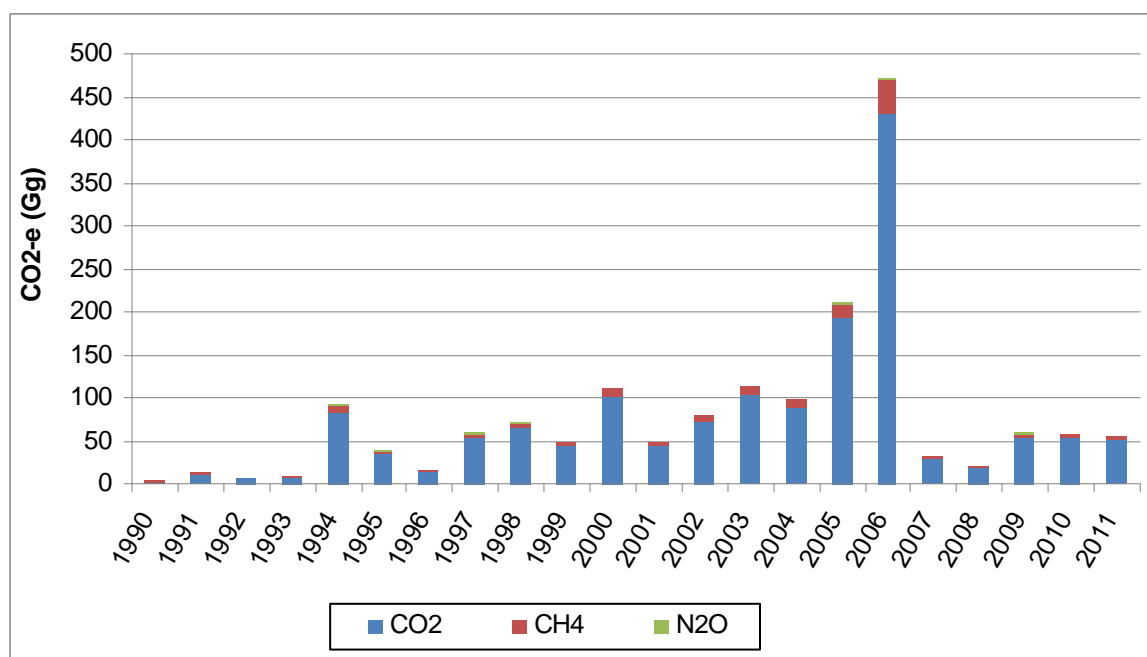
Con relación a las “Tierras forestadas/reforestadas”, la estimación de emisiones cubre como gases de efecto invernadero directo el CO₂, CH₄ y N₂O, y como gases de efecto invernadero indirecto el CO y el NO₂. Así pues, la diferencia con relación al caso del “Bosque que permanece como bosque” es que aquí sí se computan explícitamente las emisiones de CO₂, asumiendo, de forma conservadora, que la variación de la biomasa viva debida a los incendios en superficies de bosques en crecimiento no está integrada en el

procedimiento de estimación de absorciones netas basado en los Inventarios Forestales Nacionales. La información sobre la estimación de las emisiones de los incendios se presenta en la tabla 7.2.4 y en la figura 7.2.5.

Tabla 7.2.4.- Emisiones de GEI en el FL en transición debidas a los incendios forestales (Cifras en toneladas)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂	3.487	35.068	102.309	192.221	29.837	18.770	53.891	52.327	51.329
CH ₄	15	153	446	839	130	82	235	228	224
CO	133	1.339	3.906	7.339	1.139	717	2.058	1.998	1.960
N ₂ O	0	1	3	6	1	1	2	2	2
NOx	4	38	111	208	32	20	58	57	56

Figura 7.2.5.- Emisiones de CO₂-eq (CO₂, CH₄ y N₂O) en los incendios forestales en FL_{transición} (Cifras en Gg CO₂-eq)



Estimación de los sumideros de carbono orgánico de los suelos (COS)

En cuanto al carbono orgánico de los suelos (COS) se asume, para los bosques que siguen como bosque (FL_{permanece}), siguiendo el enfoque de Nivel 1 (Tier 1) de IPCC, que se mantiene en balance neutro de carbono. Consiguientemente la etiqueta de notación para los flujos de este depósito es NE (BN), No Estimado (Balance Neutro).

Para los bosques en transición (FL_{transición}) se asume una variación del stock de COS desde un estado inicial de contenido de carbono, que se corresponde con el uso previo a la forestación, a un estado final, que se corresponde con el COS de los suelos de uso forestal.

Como en el caso del stock de biomasa viva, se supone un periodo de transición de 20 años para el paso del estado inicial de COS al final. Los datos de COS provinciales provienen de la base de datos de perfiles de suelo del MAGRAMA¹³ explotada por CEAM. Dependiendo de la provincia y el uso inicial, este cambio de uso puede suponer un aumento o disminución del stock de COS.

En la tabla 7.2.5 se muestra la cuantificación de la fijación de carbono por las referidas subcategorías de usos del suelo de los sistemas forestales. Las cifras correspondientes a FL_{transición} se desglosan a su vez en las tres categorías de proveniencia de las tierras forestadas: tierras agrícolas (CL), pastizales (GL) y otras tierras (OL)¹⁴.

Tabla 7.2.5.- Emisiones (+) y absorciones (-) de CO₂ del depósito de carbono orgánico en los suelos (Cifras en Gg CO₂)

Año	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
FL permanece	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FL transición	0	-130	-299	-517	-547	-566	-572	-583	-592
CL → FL	-2	-140	-326	-548	-581	-600	-606	-617	-624
GL → FL	2	10	27	31	34	34	34	34	32
OL → FL	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	0	-130	-299	-517	-547	-566	-572	-583	-592

FL_{permanece}: Bosque que permanece como bosque con relación al año anterior.

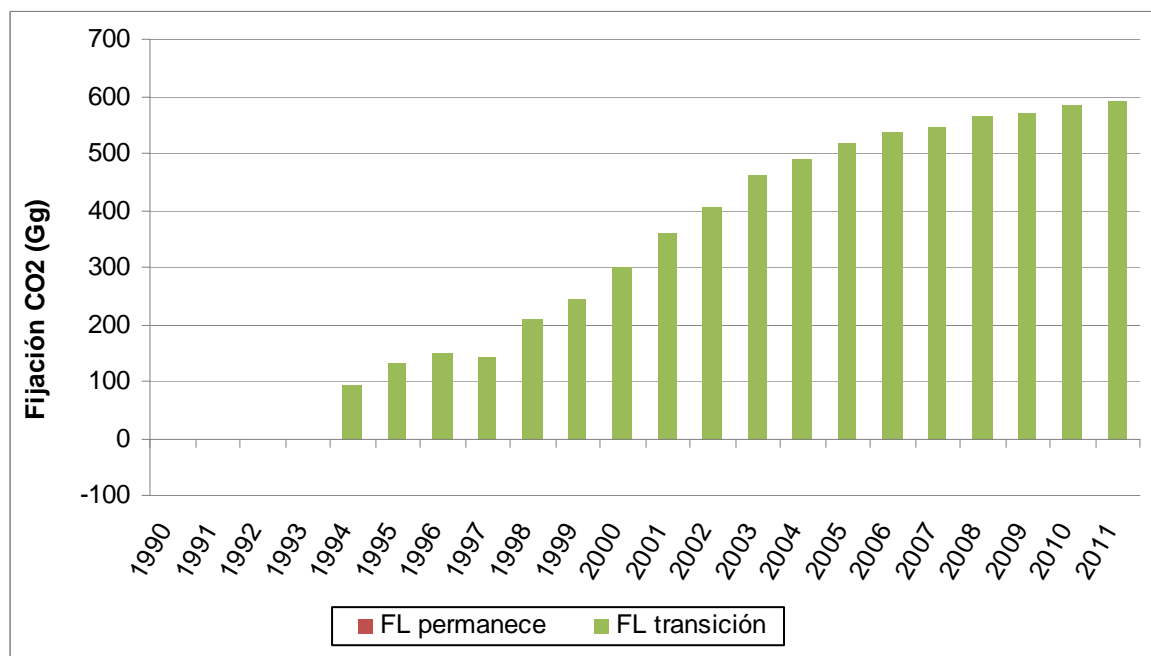
FL_{transición}: Tierras forestadas/reforestadas hasta el año de referencia, pero que todavía permanecen en su periodo de maduración de 20 años, antes de pasar a FL_{permanece}.

CL → FL, GL → FL y OL → FL: Tierras forestadas/reforestadas provenientes, en su uso anterior, respectivamente de CL, GL y OL.

En la Figura 7.2.6 se representa la evolución, en el periodo 1990-2011, de la fijación/pérdida de carbono por la variación del stock de carbono orgánico de los suelos en los sistemas forestales (FL) para las categorías FL_{permanece} y FL_{transición} anteriormente reseñadas. A su vez, en la figura 7.2.7 se desglosa la fijación/pérdida de carbono de FL_{transición} en sus componentes (CL → FL, GL → FL y OL → FL) expresada asimismo en Gg de CO₂.

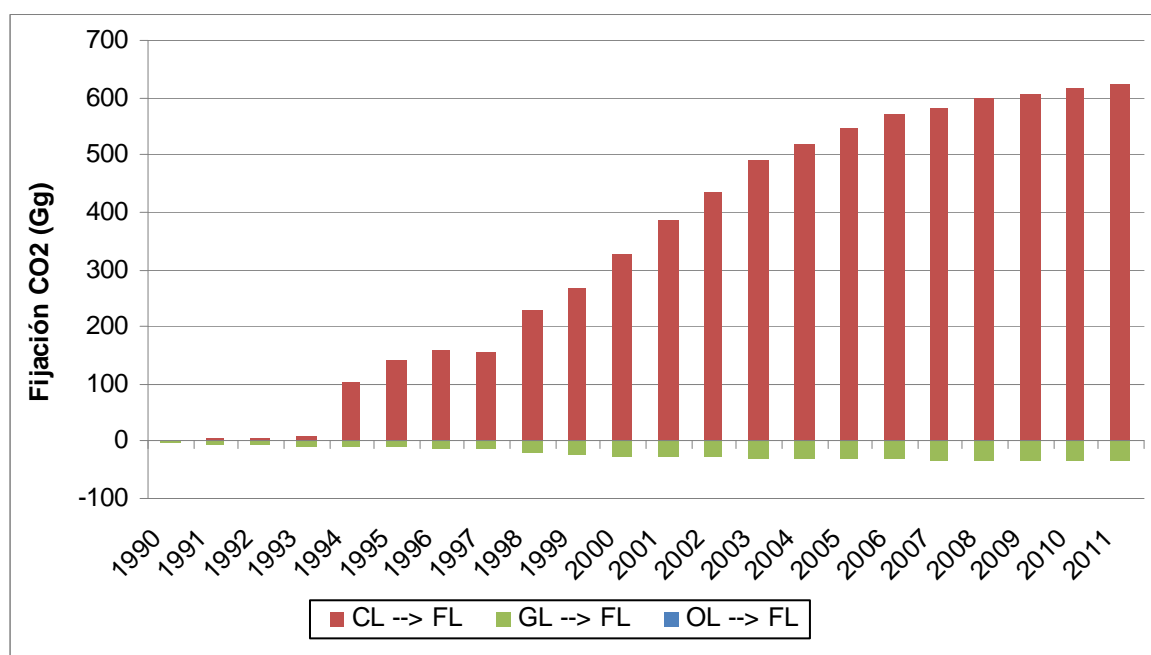
¹³ La fuente es el MARM, la base de datos se elaboró a través de convenio de la DGCEA (en el que estaba representada la OECC) con la Universidad de Barcelona.

¹⁴ Para la categoría OL no se ha podido disponer todavía de la información (con desglose provincial, NUTS 3) de carbono orgánico en los suelos, motivo por el cual no se ha podido estimar la variación de COS en el paso OL → FL.

Figura 7.2.6.- Evolución del stock de COS en el bosque (Cifras en Gg de CO₂)

FL permanece: Bosque que permanece bosque.

FL transición: Tierras reforestadas en años anteriores, pero que todavía permanecen en su periodo de maduración de 20 años.

Figura 7.2.7.- Evolución por componentes del stock de COS en el bosque en transición (Cifras en Gg de CO₂)

Estimación de flujos de gases de efecto invernadero en otros depósitos de carbono.

En cuanto a los depósitos de “detritus” (LT) y de “madera muerta” (DW), se argumenta en capítulo 11, epígrafe 11.3.1.2, que dichos depósitos no constituyen una fuente, sino más bien un sumidero de carbono, aunque pendiente de cuantificar. Consiguientemente la etiqueta de notación para los flujos de estos depósitos es NE (NF), No Estimado (No Fuente).

7.2.1.- Descripción de la categoría

En esta categoría 5A Bosques (FL) se consideran los bosques que permanecen como bosques (5A1) y las tierras que procedentes de otros usos (CL, GL y OL) que por actuaciones de forestación/reforestación pasan a ser bosque (5A2). Además, se informa en esta categoría de la quema de biomasa en incendios forestales, dado que las tablas CRF integran los resultados de la estimación de emisiones de esta quema dentro de la categoría 5A.

La definición y parámetros de caracterización de bosque ya se han dado en el epígrafe 7.1.1.

7.2.2.- Información para la representación de las superficies

La información para la representación de la superficie de bosque que permanece como bosque (5A1) se ha tomado de las explotaciones cartográficas de CORINE LAND COVER y del MFE50 considerando la superficie de bosque a comienzos de 1990 y descontando cada año la superficie deforestada, por conversión de bosque (FL) a asentamiento (SL). La superficie deforestada entre el inicio de 1990 y el final de 2006 se ha obtenido de las citadas explotaciones cartográficas, asumiéndose para cada año del periodo 1990-2011 una tasa uniforme de deforestación.

La información para la representación de la superficie forestada/reforestada procede de los registros de: i) tierras agrícolas forestadas con subvenciones de la PAC; y ii) tierras agrícolas forestadas sin subvenciones de la PAC y de las forestaciones/reforestaciones de pastizales y de otras tierras. La estructura de estos registros y las fuentes institucionales que los han facilitado para el inventario se pueden consultar en el epígrafe 11.2.1 de capítulo 11.

7.2.3.- Usos y cambios de usos de la tierra: definiciones y sistema de clasificación

Para deslindar la superficie de bosque (FL) de otras categorías (CL, GL y OL) que pudieran tener una especificación competitiva con la de bosque, se ha desarrollado un procedimiento sistemático para estimar el parámetro quizás más definitorio del bosque, la fracción de cabida cubierta arbórea (FCC), en las superficies con especies arbóreas. A tal efecto se cruzó, como ya se ha descrito en la sección 7.1 el MFE50, que se considera la

fuente más fiable para determinar el parámetro FCC, con las clases de la cartografía CORINE LAND COVER que se consideran bosque.

En el Apéndice 7.1 se presenta la triple correspondencia entre clases de uso del suelo UNFCCC con las de CORINE LAND COVER y MFE50. Esencialmente, el bosque está formado por las siguientes clases de CORINE LAND COVER (siempre que la tesela correspondiente a alguna de estas clases tenga una FCC $\geq 20\%$):

- 311 (bosque de frondosas), 312 (bosque de coníferas), 313 (bosque mixto), 324 (matorral boscoso de transición), 334 (zonas quemadas).
- Por las teselas que hayan sido caracterizadas como bosque adhesado en el MFE50 (varios códigos de CORINE LAND COVER).

7.2.4.- Metodología

Además de las referencias metodológicas generales de las guías de IPCC ya citadas en el epígrafe 7.1.1 y que se utilizan como referencias generales para todo el sector LULUCF y específicas para los sistemas forestales, deben citarse aquí complementariamente las siguientes fuentes de información y referencias metodológicas para la presente categoría de sistemas forestales.

- Inventario Forestal Nacional (IFN)
 - IFN2. ICONA Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-1995). Instituto Nacional de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
 - IFN3. DG-MNyPF Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2007). Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- CORINE LAND COVER 1990 y 2006 (CLC90 y CLC06, respectivamente).
- Mapa Forestal de España (MFE50) de la DG-MNyPF (realizado entre los años 1998 y 2007).
- Forestación de tierras agrícolas con subvenciones de la PAC (Política Agraria Común), información facilitada por la Dirección General de Desarrollo Sostenible del Medio Rural (DG-DSMR), que a su vez la ha recabado de cada una de las Comunidades Autónomas.
- Forestación/reforestación de tierras agrícolas (sin subvenciones de la PAC), pastizales y otras tierras, información elaborada por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (DG-MNyPF), que a su vez la ha recabado de cada una de las Comunidades Autónomas.

- Factores de Expansión de Biomasa (BEF), validados internacionalmente a través de la acción COST-E21. Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF).

En lo que sigue de esta sección, junto a la numeración propia del mismo para las ecuaciones, tablas y figuras, se indica debajo de las mismas, entre paréntesis, la correspondencia con las ecuaciones, tablas y figuras del documento GPG-LULUCF 2003 de IPCC de referencia de los cálculos.

Para una referencia sintética a las metodologías, variables de actividad y factores de emisión aplicados se remite a la tabla 7.1.4.

7.2.4.1.- Bosque que permanece como bosque

En la GPG-LULUCF 2003 de IPCC se describe la estimación de los cambios de existencias de carbono teniendo en cuenta cinco depósitos diferentes: biomasa aérea, biomasa subterránea, detritus, madera muerta, y carbono orgánico del suelo.

En la ecuación 7.2.1 se presenta el algoritmo de estimación de las emisiones o fijaciones anuales de carbono en los bosques que permanecen como bosques:

Ecuación 7.2.1.- Cambio anual de carbono en bosque que permanece como bosque
(Ecuación 3.2.1 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC)

$$\Delta C_{FF} = (\Delta C_{FF_{LB}} + \Delta C_{FF_{DOM}} + \Delta C_{FF_{Soils}})$$

donde,

ΔC_{FF} = cambio anual de existencias de carbono en bosque que sigue siendo bosque (t C / año)

$\Delta C_{FF_{LB}}$ = cambio anual de existencias de carbono en biomasa viva (incluida la biomasa aérea y subterránea) en bosque que sigue siendo bosque (t C / año)

$\Delta C_{FF_{DOM}}$ = cambio anual de existencias de carbono en materia orgánica muerta (detritus y madera muerta) en bosque que sigue siendo bosque (t C / año)

$\Delta C_{FF_{Soils}}$ = cambio anual en existencias de carbono orgánico en suelos en bosque que sigue siendo bosque (t C / año)

7.2.4.1.1. Cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva

El cambio en existencias de carbono en biomasa viva se ha calculado utilizando el método de *por defecto*, descrito en la GPG-LULUCF 2003 de IPCC, según las ecuaciones 7.2.2 y 7.2.3 siguientes:

Ecuación 7.2.2.- Cambio anual de existencias de carbono en biomasa viva en bosque que sigue siendo bosque

(Ecuaciones 3.2.2 y 3.2.4 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC)

$$\Delta C_{FF_{LB}} = \Delta C_{FF_G} - \Delta C_{FF_L}$$

$$\Delta C_{FF_G} = \sum_{ij} (A_{ij} \times G_{TOTAL_{ij}}) \times CF$$

donde,

$\Delta C_{FF_{LB}}$ = variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (incluye la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo) en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (t C / año)¹⁵

ΔC_{FF_G} = incremento anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (incluye la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo) en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (t C / año)

ΔC_{FF_L} = disminución anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (incluye la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo) en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (t C / año)¹⁶

A_{ij} = área de bosque que permanece como bosque (ha)

$G_{TOTAL_{ij}}$ = incremento medio anual de biomasa viva en unidades de materia seca (t m.s. / ha y año)

CF = fracción de carbono en la materia seca (por defecto, 0,5 t C / t m.s.)

i = tipo de bosque

¹⁵ Este cómputo se realiza sobre ganancia neta, es decir, ganancias menos pérdidas. Así, la etiqueta que se asociará a las pérdidas será la etiqueta "IE" pues la cuantificación de las mismas ya ha sido descontada de las ganancias brutas.

¹⁶ Como se ha comentado en la anterior nota a pie de página, el cómputo se realiza sobre ganancia neta, siendo por tanto el valor de la disminución anual de reservas de carbono en la biomasa viva igual a cero.

j = zona climática

Ecuación 7.2.3.- Incremento medio anual de biomasa viva en bosque que sigue siendo bosque

$$G_{TOTALij} = \frac{B_{ha}^{IFN3} - B_{ha}^{IFN2}}{(año^{IFN3} - año^{IFN2})}$$

$$B_{ha} = \frac{V \times BEF \times (1 + R)}{S}$$

donde,

B_{ha}^{IFNi} = existencias de biomasa por hectárea en la edición i del IFN (t m.s. / ha)

$año^{IFNi}$ = año de realización de la edición i del IFN (año)

V = volumen maderable (m^3)

BEF = factor de expansión de biomasa para convertir el volumen maderable en volumen total de la biomasa arbórea sobre el suelo, (t m.s. / m^3 de volumen maderable).

R = relación raíz-vástago¹⁷, sin dimensiones

S = superficie forestal (ha)

El dato de volumen maderable utilizado (V) se ha obtenido de la Tabla 204 de los Inventarios Forestales Nacionales de cada provincia. Esta Tabla contiene, entre otros datos, el volumen maderable con corteza (VCC) en metros cúbicos de cada especie arbórea¹⁸.

Asimismo, se han utilizado una serie de parámetros para la estimación de la materia seca en la biomasa viva a partir del volumen maderable aportados por el CREAM (Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales)¹⁹ (véase tabla A.3.3.5, en el Anexo 3). Se

¹⁷ Entendido vástago como el total de la biomasa aérea.

¹⁸ Es importante resaltar, en relación a la coherencia de los datos de volumen maderable, que los distintos inventarios forestales comparten la localización del punto de muestreo (parcela).

¹⁹ Factores de Expansión de Biomasa (BEF) obtenidos por el CREAM (Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales). Estos valores están validados internacionalmente (COST E21). Los valores de los (BEF) que no han sido calculados por el CREAM, se obtienen por medio de comparación con especies similares, o se le asigna el valor por defecto 0,8 ($=1,6 \times 0,5$), de acuerdo con la publicación IPCC-1996. (Ver Tabla A.3.3.5 al final del Anexo 3). Estos factores de expansión de biomasa incluyen la influencia de la densidad de la madera, estando expresados en t.m.s/ m^3 de volumen maderable

han utilizado estos factores por estar validados internacionalmente a través de la Acción Cost E21, por referirse específicamente a especies forestales en territorio español, siendo así más ajustados a la realidad nacional que los factores por defecto del IPCC.

Aplicando el factor de expansión a raíces (R), se ha obtenido el valor total de existencias de biomasa, tanto aérea como subterránea. En la Tabla 3.A.1.8 de la GPG-LULUCF 2003 de IPCC se proponen una serie de valores para R . Se han tomado los correspondientes a los tipos de vegetación de coníferas y frondosas, de las que se ha calculado la media de los valores, obteniendo:

- Bosque de coníferas: $R = 0,337$
- Bosque de frondosas: $R = 0,326$

Con la información de las existencias de biomasa correspondiente a IFN2 e IFN3 desglosada por provincia, se estima la biomasa viva por hectárea (B_{ha}) para IFN2 e IFN3 desglosada por provincia. Por diferencia de los valores provinciales de las existencias de biomasa viva por hectárea entre IFN2 e IFN3 se obtiene, tras dividir por el número de años que median entre IFN2 e IFN3, el valor medio provincial del incremento anual de biomasa viva por hectárea (G_{TOTAL}).

Finalmente, para estimar el incremento anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (ΔC_{FF_G}) se multiplica el valor de incremento anual de biomasa viva por hectárea de cada provincia (G_{TOTAL}) por la superficie forestal de dicha provincia (A_{ij}) y por el coeficiente de fracción de carbono existente en la materia seca (CF). Para este último, se ha tomado el valor por defecto propuesto en la GPG-LULUCF 2003 de IPCC, cuyo valor es 0,5 toneladas de carbono por cada tonelada de materia seca.

Como se explicó anteriormente, no se contabilizan directamente las pérdidas de biomasa por recolección, recogida de leña o perturbaciones en *bosques que permanecen como bosque*, debido a que es una información ya incluida en los datos volumen maderable de los Inventarios Forestales Nacionales. Por ello, la disminución anual de la reservas de carbono en biomasa viva (ΔC_{FF_L}) se considera incluida implícitamente en incremento anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (ΔC_{FF_G}).

La metodología anteriormente descrita en este epígrafe 7.2.4.1 corresponde, en cuanto a superficie afectada, al bosque que permanece como bosque cuya serie para el periodo 1990-2011 se muestra en la tabla 7.2.6 siguiente.

Tabla 7.2.6.- Evolución de la superficie de bosque que permanece como bosque
(Cifras en hectáreas)

Año	FL _{permanece}
1990	12.587.186
1991	12.586.645
1992	12.586.105
1993	12.585.565
1994	12.585.024
1995	12.584.484
1996	12.583.944
1997	12.583.404
1998	12.582.863
1999	12.582.323
2000	12.581.783
2001	12.581.242
2002	12.580.702
2003	12.580.162
2004	12.579.621
2005	12.579.081
2006	12.578.541
2007	12.578.001
2008	12.577.460
2009	12.576.920
2010	12.599.690
2011	12.628.994

7.2.4.1.2.- Variación en las existencias de carbono en materia orgánica muerta

Teniendo como especial objetivo la fundamentación de la estimación de los flujos de GEI para la información suplementaria requerida por el Protocolo de Kioto, se ha elaborado una argumentación para demostrar que los depósitos “detritus” (LT) y de “madera muerta” (DW) del bosque que permanece como bosque no constituyen una fuente emisora, sino que más bien resultan ser un sumidero, aunque aún pendiente de cuantificar. La etiqueta de notación correspondiente que se ha utilizado es NE (NF), No Estimado (No Fuente). Para una referencia concreta a esta argumentación referida al bosque que permanece como bosque véase el capítulo 11 (epígrafe 11.3.1.2) de este informe.

7.2.4.1.3.- Variación en las existencias de carbono en suelos

Bajo esta categoría se engloban dos subgrupos diferentes:

- la fracción orgánica de los suelos forestales minerales,
- los suelos orgánicos.

Las emisiones o absorciones de CO₂ por parte del suelo se asocian a los cambios en las existencias de carbono orgánico en el suelo. Estos cambios en el COS son resultado del balance entre las ganancias por incorporación del C procedente de la vegetación y las pérdidas de GEI por mineralización, respiración heterotrófica, etc. Pero en general, las variaciones significativas del carbono del suelo forestal se deben a cambios del tipo de bosque o de las variaciones en el tipo o en la intensidad de las prácticas de gestión del bosque.

Bajo el enfoque de nivel 1 (Tier 1), que es el elegido por España para este cálculo, se asume que cuando el bosque permanece como bosque, las existencias de carbono en suelos minerales permanecen constantes si no hay cambios significativos en el manejo forestal, tipo de bosque, o perturbaciones debidas a otras causas.

De la misma manera, los cambios en las existencias de carbono en suelos orgánicos (turberas y similares) se asocian al drenaje y a perturbaciones debidas a la gestión o manejo, y no han sido considerados en este inventario, al no ser este tipo de suelos relevante a nivel nacional. Según la cartografía de suelos de España (IGN, 1992) la superficie de suelos orgánicos es un 0,04% del total nacional.

Por todo ello, la etiqueta de notación correspondiente que se ha utilizado para los flujos de este depósito es NE (BN), No Estimado (Balance Neutro de Carbono).

7.2.4.2.- Tierras que pasan a ser bosque

Según la GPG-LULUCF 2003 de IPCC, las tierras de otros usos pueden ser convertidas a bosque a través de actuaciones de forestación/reforestación y a procesos de regeneración natural. En este epígrafe se van a considerar exclusivamente las conversiones a FL procedentes de forestaciones/reforestaciones de CL, GL y OL.

Cabe aclarar que las variaciones en el depósito de carbono de la biomasa viva debidas a plantaciones realizadas para incrementar la biomasa forestal de tierras que ya eran bosque (FL) en 1990 han sido ya contabilizadas en el epígrafe 7.2.4.1 anterior (bosque que permanece como bosque).

La estimación de las emisiones y absorciones de CO₂ procedentes de la conversión de tierras para usos forestales cubre en principio, según las GPG-LULUCF 2003 de IPCC (véase Ecuación 7.2.3 siguiente), las variaciones en los tipos siguientes de depósitos de carbono: la biomasa viva (aérea y subterránea), la materia orgánica muerta (detritus y madera muerta) y el carbono orgánico del suelo. De los depósitos indicados se va a efectuar una estimación efectiva de las variaciones del stock de carbono para la biomasa viva (aérea y subterránea) y para el carbono orgánico de los suelos; mientras para el depósito de materia orgánica muerta (detritus y madera muerta) se argumentará que no constituye fuente.

Así, según la metodología general de cobertura para la estimación de los flujos de GEI para los depósitos de carbono más arriba citados relacionados con la conversión de tierras a bosque, el cálculo de las variaciones de C se realiza utilizando la Ecuación 7.2.3.

Ecuación 7.2.3.- Cambio anual en existencias de carbono en tierras convertidas a bosque

(Ecuación 3.2.21 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC)

$$\Delta C_{LF} = \Delta C_{LF_{LB}} + \Delta C_{LF_{DOM}} + \Delta C_{LF_{Soils}}$$

donde,

ΔC_{LF} = cambio anual en existencias de carbono en tierras convertidas a bosques (t C x año⁻¹)

$\Delta C_{LF_{LB}}$ = cambio anual en existencias de carbono en biomasa viva de tierras convertidas a bosques (t C x año⁻¹)

$\Delta C_{LF_{DOM}}$ = cambio anual en existencias de carbono en materia orgánica muerta de tierras convertidas a bosques (t C x año⁻¹)

$\Delta C_{LF_{Soils}}$ = cambio anual en existencias de carbono en suelos de tierras convertidas a bosques (t C x año⁻¹)

7.2.4.2.1.- Cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva

Los cambios anuales en existencias de carbono en la biomasa viva se estiman distinguiendo, según IPCC, la forestación/reforestación y la regeneración natural²⁰, de acuerdo con la siguiente ecuación 7.2.4.

Ecuación 7.2.4.- Cambio anual en existencias de carbono por biomasa viva en tierras convertidas a bosques

(Ecuación 3.2.22 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC)

$$\Delta C_{LF_{LB}} = \Delta C_{LF_{Growth}} - \Delta C_{LF_{Loss}}$$

donde,

$\Delta C_{LF_{LB}}$ = cambio anual en existencias de carbono en biomasa viva de tierras convertidas a bosques (t C x año⁻¹)

$\Delta C_{LF_{Growth}}$ = incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque (t C x año⁻¹)

$\Delta C_{LF_{Loss}}$ = decrecimiento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido a pérdidas derivadas de la recolección, de la recogida de leña y de las perturbaciones, en tierras convertidas a bosque (t C x año⁻¹)

²⁰ Pese a poder suponer una infraestimación del sumidero, no se hace, en esta edición del inventario, una estimación del cambio en las existencias de carbono en la biomasa viva debidas a la regeneración natural. Sin embargo, se está trabajando para lograr una estimación de su alcance para próximas ediciones del Inventario.

A) Incremento en existencias de carbono en la biomasa viva ($\Delta C_{LF_{Growth}}$)

El cálculo del incremento de carbono en la biomasa se ha calculado utilizando la ecuación 7.2.5, propuesta en la GPG-LULUCF 2003 de IPCC.

Ecuación 7.2.5.- Incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque

(Ecuación 3.2.23 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC)

$$\Delta C_{LF_{Growth}} = [\Delta_k A_{INT_k} \cdot G_{TotalINT_k} + \Delta_m A_{EXT_m} \cdot G_{TotalEXT_m}] \cdot CF$$

donde,

$\Delta C_{LF_{Growth}}$ = incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque (t C x año⁻¹)

$\Delta_k A_{INT_k}$ = área de tierra convertida a bosque de manejo intensivo bajo la condición k (incluidas plantaciones) (ha)

$G_{TotalINT_k}$ = coeficiente de crecimiento anual de biomasa en bosques con manejo intensivo bajo la condición k (incluidas plantaciones) (t m.s. x ha⁻¹ x año⁻¹)

$\Delta_m A_{EXT_m}$ = área de tierra convertida a bosque de manejo extensivo bajo la condición m (incluidas regeneraciones naturales) (ha)

$G_{TotalEXT_m}$ = coeficiente de crecimiento anual de biomasa en bosques con manejo extensivo bajo la condición m (incluidas regeneraciones naturales) (t m.s. x ha⁻¹ x año⁻¹)

k, m = representan las diferentes condiciones en las cuales crecen los bosques con manejo intensivo o extensivo, respectivamente.

CF = fracción del carbono en la materia seca (por defecto = 0,5) (t C x t m.s.⁻¹)

Para la aplicación del algoritmo (y la obtención de los datos de base necesarios) se diferencia entre los sistemas intensivo y extensivo de gestión forestal:

- en el caso de gestión intensiva, las zonas elegidas han sido las correspondientes a las superficies forestadas/reforestadas de tierras agrarias, pastizales y otras tierras reforestadas, ya que estas áreas se regeneran de forma artificial.
- en el caso de gestión extensiva, el resultado correspondería al área forestal que no cumplía las condiciones de bosque y que, por el aumento de la masa y de la fracción

de cabida cubierta arbórea ($\geq 20\%$), pasaría a serlo. Es decir, el regenerado forestal natural con un mínimo de intervención humana²¹.

A.1) Gestión intensiva:

La parte de la ecuación 7.2.5, correspondiente a la gestión intensiva, se referencia a continuación en la ecuación 7.2.5.a:

Ecuación 7.2.5.a.- Incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque por gestión intensiva

$$\Delta C_{LF_{Growth}INT} = [\Delta_k A_{INT_k} \bullet G_{TotalINT_k}] \bullet CF$$

donde,

$\Delta C_{LF_{Growth}INT}$ = incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque por gestión intensiva ($t\ C \times año^{-1}$)

$\Delta_k A_{INT_k}$ = área de tierra convertida a bosque de gestión intensiva bajo la condición k (incluidas plantaciones) (ha)

$G_{TotalINT_k}$ = coeficiente de crecimiento anual de biomasa en bosques con gestión intensiva bajo la condición k (incluidas plantaciones) ($t\ m.s. \times ha^{-1} \times año^{-1}$)

k = representa las diferentes condiciones en las cuales crecen los bosques con gestión intensiva.

CF = fracción del carbono en la materia seca (por defecto = 0,5) ($t\ C \times t\ m.s.^{-1}$)

El área (A_{Int}) se encuentra dividida en tres componentes según sea la clase previa de uso de la tierra (CL, GL y OL) sobre la que se ejerce la actividad de forestación/reforestación. A su vez, dentro del origen CL de tierras forestadas/reforestadas se distinguen aquellas tierras agrícolas en las que se utilizaron subvenciones de la PAC y aquellas otras en que se hicieron las repoblaciones sin recurso/ayudas de la PAC. En la tabla 7.2.7 se muestran, a lo largo de los años del periodo inventariado 1990-2011, las superficies forestadas acumuladas, desde el año de referencia, de los distintos usos previos de la tierra.

²¹ No se hace, en esta edición del inventario, una estimación del cambio en las existencias de carbono en la biomasa viva debidas a la regeneración natural, por lo tanto, no se considerarán superficies que de otros usos pasan a ser tierras forestales por gestión extensiva.

Tabla 7.2.7.- Tierras reforestadas (FL transición) a partir de CL, GL y OL (Cifras en ha acumuladas al año)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
FL transición	23.310	53.154	82.391	114.135	188.469	287.447	406.076	513.187	633.476	702.881	780.736
CL → FL	703	1.344	2.222	2.867	60.572	140.707	238.561	328.150	412.512	467.890	530.325
CL _{PAC} → FL	0	0	0	0	57.046	136.440	233.024	322.146	405.825	460.349	522.474
CL _{no PAC} → FL	703	1.344	2.222	2.867	3.526	4.267	5.537	6.004	6.687	7.541	7.851
GL → FL	6.804	20.251	33.127	42.461	48.530	54.003	60.882	68.614	75.081	82.822	89.570
OL → FL	15.803	31.559	47.042	68.806	79.367	92.737	106.633	116.424	145.884	152.169	160.841

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
FL transición	829.527	869.870	911.899	976.723	1.012.979	1.050.258	1.075.445	1.084.937	1.091.908	1.077.806	1.057.984
CL → FL	568.581	590.930	615.184	636.400	657.664	679.973	697.859	707.351	714.322	722.828	732.209
CL _{PAC} → FL	559.704	581.484	604.737	625.631	646.313	668.391	686.251	695.743	702.715	711.923	721.944
CL _{no PAC} → FL	8.877	9.446	10.447	10.769	11.351	11.583	11.608	11.608	11.608	10.905	10.264
GL → FL	90.628	96.915	102.056	103.033	104.367	106.038	107.034	107.034	107.034	100.230	86.783
OL → FL	170.318	182.026	194.659	237.290	250.948	264.246	270.552	270.552	270.552	254.749	238.992

FL_{transición}: Tierras forestadas/reforestadas hasta el año de referencia, pero que todavía permanecen en su periodo de transición de 20 años, antes de pasar a FL_{permanece}.

CL → FL, CL_{PAC} → FL y CL_{no PAC} → FL: Tierras forestadas/reforestadas procedentes de tierras agrícolas (CL → FL, total tierras agrícolas, CL_{PAC} → FL, tierras forestadas procedentes de tierras agrícolas subvencionadas por la PAC, y CL_{no PAC} → FL, tierras forestadas procedentes de tierras agrícolas no subvencionadas por la PAC)

GL → FL y OL → FL: Tierras forestadas/reforestadas provenientes, en su uso anterior, respectivamente de GL y OL.

Las fuentes de información son:

- para CL_{PAC} → FL, Dirección General de Desarrollo Sostenible y Medio Rural.
- para CL_{no PAC} → FL, GL → FL y OL → FL, Dirección General del Medio Natural y Política Forestal.

Para el cálculo del coeficiente de crecimiento anual de la biomasa en forestaciones/reforestaciones se ha utilizado como valor de referencia el de la biomasa total por hectárea calculada en el apartado anterior 7.2.4.1.1. Cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva. Dado que se asume que, transcurridos 20 años, la superficie forestada pasa a formar parte del bosque que permanece como bosque y, por tanto, se tiene en cuenta a la hora de la estimación de la biomasa total, este es el valor final del proceso. Para alcanzarlo se aplica a las superficies forestadas un incremento anual de 1/20 del valor de biomasa total por hectárea para la provincia y año en cuestión. Con esto se logra alcanzar, al final del periodo de transición, un valor similar al de la biomasa del bosque que permanece como bosque (del cual pasa a formar parte)²².

²² Esta metodología asume implícitamente que las forestaciones realizadas en una provincia lo son con el mismo mix de especies presente en dicha provincia. Con el fin de mejorar la estimación y a requerimiento del ERT de la In-Country Review 2011, se está estudiando la posibilidad de obtener información sobre las especies utilizadas en las repoblaciones. Asimismo, esta mejora metodológica implica la necesidad de contar con curvas de crecimiento de las especies forestales, área en la que también se está trabajando en la actualidad.

A.2) Gestión extensiva

La parte de la ecuación 7.2.5, correspondiente al manejo extensivo, se referencia a continuación en la ecuación 7.2.5.b:

Ecuación 7.2.5.b.- Incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque por manejo extensivo

$$\Delta C_{LF_{Growth}EXT} = [\Delta_m A_{EXT_m} \cdot G_{TotalEXT_m}] \cdot CF$$

$\Delta C_{LF_{Growth}EXT}$ = incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque por gestión extensiva (t C x año⁻¹)

$\Delta_m A_{EXT_m}$ = área de tierra convertida a bosque de gestión extensiva bajo la condición m (incluidas regeneraciones naturales) (ha)

$G_{TotalEXT_m}$ = coeficiente de crecimiento anual de biomasa en bosques con gestión extensiva bajo la condición m (incluidas regeneraciones naturales) (t m.s. x ha⁻¹ x año⁻¹)

k, m = representan las diferentes condiciones en las cuales crecen los bosques con gestión intensiva o extensiva, respectivamente.

CF = fracción del carbono en la materia seca (por defecto = 0,5) (t C x t m.s.⁻¹)

La biomasa de los bosques bajo estas condiciones de gestión extensiva se estimaría utilizando la misma metodología que en el apartado 7.2.2.1, *Bosques que permanecen como bosques*. No se hace, en esta edición del inventario, una estimación del cambio en las existencias de carbono en la biomasa viva debidas a la regeneración natural, por lo tanto, no se considerarán superficies que de otros usos pasan a ser tierras forestales por gestión extensiva.

B) Decrecimiento en existencias de carbono en la biomasa viva ($\Delta C_{LF_{Loss}}$)

No se contabilizan, aquí, las pérdidas de biomasa por recolección, recogida de leña o perturbaciones en las tierras que pasan a ser bosque, debido a que es una información ya incluida en los datos de partida. Sin embargo, si se estiman las emisiones de CO₂ debidas a los incendios en los bosques en transición dentro de su correspondiente apartado (véase apartado 7.2.4.3.- Quema de biomasa, incendios forestales). Por tanto, la biomasa viva presente en las tierras forestadas al final de su periodo de transición (20 años) será la correspondiente a su incremento de biomasa viva en este periodo (estimada en este apartado) menos la porción de biomasa viva emitida como CO₂ en los incendios.7.2.4.1.2.

7.2.4.2.2.- Variación en las existencias de carbono en la materia orgánica muerta

Teniendo como especial objetivo la fundamentación de la estimación de los flujos de GEI para la información suplementaria requerida por el Protocolo de Kioto, se ha elaborado una argumentación para demostrar que los depósitos de “detritus” (LT) y de “madera muerta” (DW) de las tierras convertidas a bosque no constituyen una fuente emisora, sino que más bien resultan ser un sumidero aunque pendiente de cuantificar. La etiqueta de notación correspondiente que se ha utilizado es NE (NF), No Estimado (No Fuente). Para una referencia concreta a esta argumentación referida a las tierras que se convierten a bosque véase el capítulo 11 (epígrafe 11.3.1.2) de este informe.

7.2.4.2.3.- Variación en las existencias de carbono orgánico en suelos

Bajo esta categoría se engloban dos subgrupos diferentes:

- la fracción orgánica de los suelos forestales minerales
- los suelos orgánicos

Las emisiones o absorciones de CO₂ por parte del suelo se asocian a los cambios en las existencias de carbono orgánico en el suelo. Estos cambios son resultado del balance entre las ganancias por incorporación del C procedente de la vegetación y las pérdidas por mineralización, respiración heterotrófica, etc. En general, las variaciones más significativas en el carbono del suelo forestal se deben a cambios del tipo de bosque o a variaciones en el tipo o en la intensidad de las prácticas de gestión del bosque.

Para estimar las variaciones de las reservas de carbono en los suelos se utiliza un nivel metodológico 2 (Tier 2), puesto que para el valor del Carbono Orgánico del Suelo de referencia (COS_{REF}), se disponen de valores propios para los suelos agrícolas españoles cuya fuente es la explotación de la base de perfiles de suelo del MAGRAMA realizada por CEAM²³. Estos valores se aplican como valores de referencia en el cómputo de las variaciones de las reservas de carbono en suelos minerales para el presente inventario (la presencia de suelos orgánicos se considera marginal. Según la cartografía de suelos de España (IGN, 1992) la superficie de suelos orgánicos es un 0,04% del total nacional.

Para la obtención de los valores de COS, se ha procedido a realizar una exhaustiva búsqueda de fuentes de información que aportasen datos representativos y contrastados del contenido en carbono de los suelos. Basándose en sucesivos procesos de búsqueda y selección, actualmente se dispone de una base de perfiles de suelos revisada y actualizada con más de 2.000 perfiles. La metodología se plantea el cálculo del contenido en carbono de cada horizonte (en g m⁻²) sobre la base de la concentración de carbono en la tierra fina, la densidad aparente (estimada), el espesor del horizonte y el volumen ocupado por piedras y

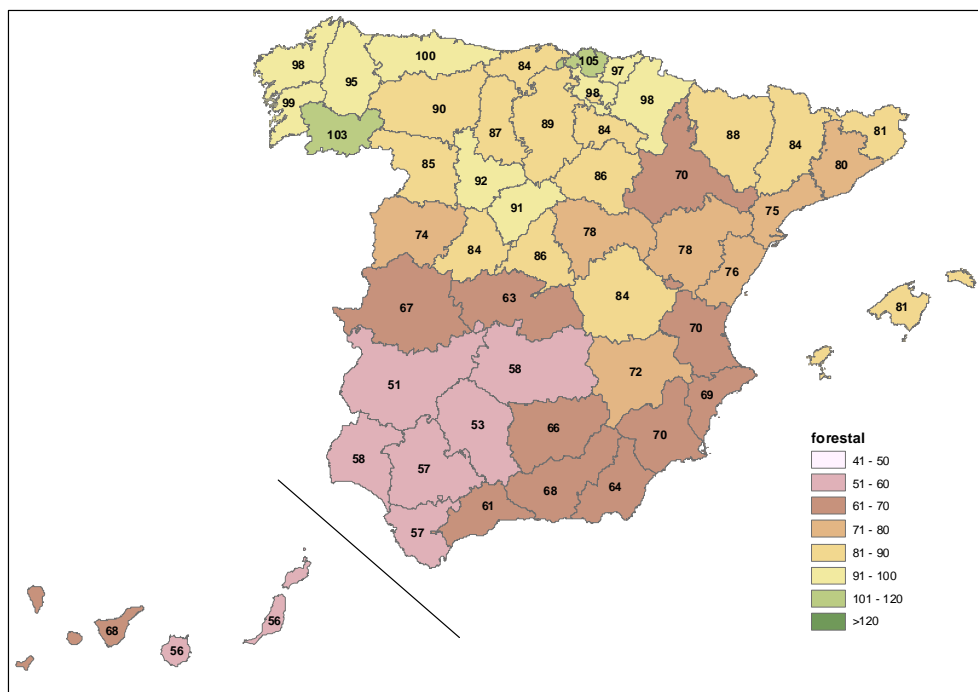
²³ Los mapas de COS de suelos agrícolas y de pastizales elaborados por CEAM y que se utilizan en la estimación de los flujos de carbono en tierras agrícolas que permanece como tales y en las conversiones de tierras agrícolas a pastizales no incluyen la información de las Islas Canarias. Para Canarias se ha utilizado información por defecto de IPCC.

gravas. La profundidad del suelo se ha limitado a un máximo de un metro ya que se desea descartar el carbono situado a una profundidad excesiva, poco o nada influenciado por los aportes de hojarasca o de raíces y, probablemente, relicto o fósil, y muy probablemente estable frente a perturbaciones climáticas²⁴. En la figura 7.2.9 se muestra el mapa de COS de suelos agrícolas con desglose por provincias (NUTS 3).

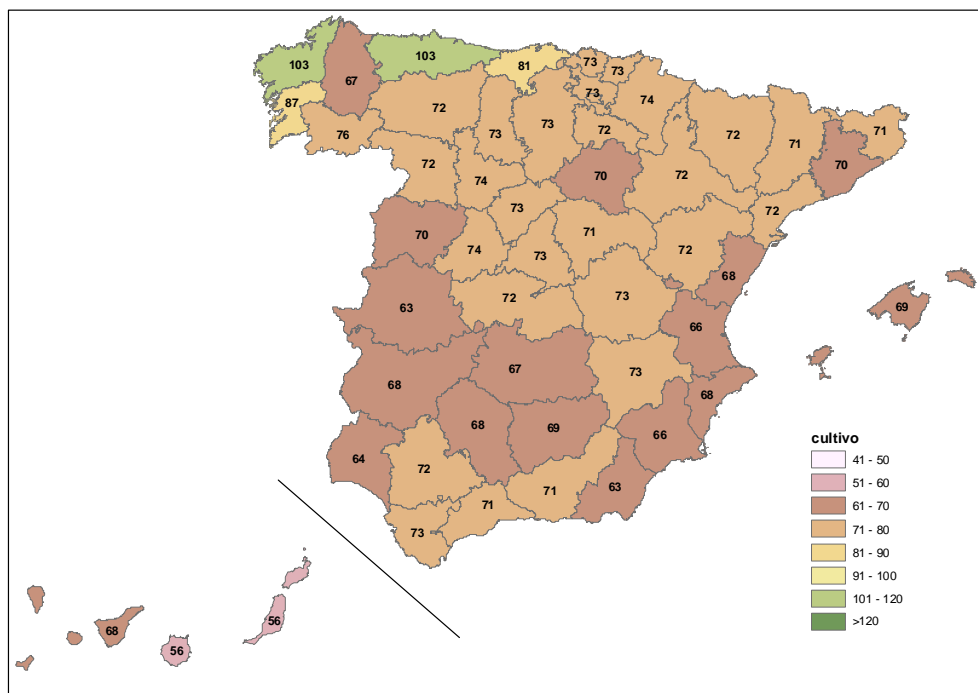
La extrapolación territorial se ha realizado en base a la información cartográfica disponible: mapa de vegetación (en base al CLC), mapa de tipos climáticos (basado en el atlas fitoclimático de ALLUÉ) y mapa de litologías (tomado del mapa geológico de España a escala 1:1.000.000). Mediante la superposición de las tres variables se identifican áreas homogéneas a las cuales se les asigna el contenido en carbono promedio de los perfiles representativos de cada una de ellas. Para las distintas combinaciones de estas tres variables, se asocia un contenido en carbono promedio, con su correspondiente error estándar de la media.

Dado que el alcance de los trabajos realizados por CEAM no abarcaba la Comunidad Autónoma de las Islas Canarias ni las Ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla, se optó para estas Ciudades Autónomas, extrapolar el dato promediado disponible para la Comunidad Autónoma de Andalucía; mientras que en el caso de Canarias, se estimaron los COS_{REF} para sus dos provincias considerando los datos por defecto de GPG LULUCF 2003 de IPCC, y considerando las zonas climáticas presentes en las islas. En las figuras 7.2.8, 7.2.9 y 7.2.10 siguientes se muestran respectivamente los valores de COS provinciales resultado de este proceso para las tres categorías siguientes de usos de la tierra: bosques, tierras agrícolas y pastizales.

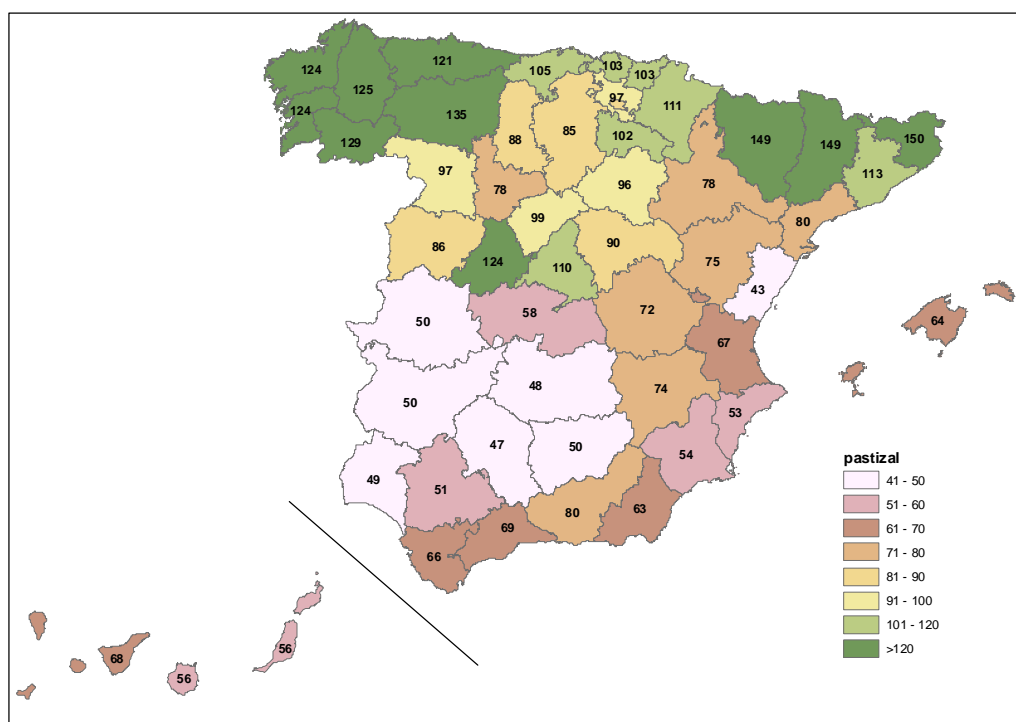
²⁴ No se ha podido disponer de una estimación homóloga a la presentada en los mapas de COS de tierras agrícolas y de pastizales para un horizonte de 30 cm., que es la referencia por defecto de IPCC. Ello podría conllevar una sobreestimación de los flujos (positivos o negativos) por variaciones en el stock de COS en los suelos en el caso en que el horizonte comprendido entre 30 cm. y 1 m. presentara variaciones de COS y el stock de COS en este estrato fuera significativo.

Figura 7.2.8.- Mapa de COS (t C/ha) en bosques (hasta 1 m. de profundidad)

Fuente: CEAM para Península y Baleares. Elaboración propia a partir de GPG-LULUCF 2003 de IPCC para Canarias.

Figura 7.2.9.- Mapa de COS (t C/ha) en tierras agrícolas (hasta 1 m. de profundidad)

Fuente: CEAM para Península y Baleares. Elaboración propia a partir de GPG-LULUCF 2003 de IPCC para Canarias.

Figura 7.2.10.- Mapa de COS (t C/ha) en pastizales (hasta 1 m. de profundidad)

Fuente: CEAM para Península y Baleares. Elaboración propia a partir de GPG-LULUCF 2003 de IPCC para Canarias.

No ha sido posible realizar una estimación para la forestación de otras tierras, debido a la falta de información disponible sobre el COS de “otras tierras” (OL).

El procedimiento seguido para la estimación de los flujos consiste en aplicar un cambio en el COS durante 20 años desde el estado estable inicial, correspondiente al COS presente en las tierras agrícolas y pastizales, hasta alcanzar un nuevo estado estable, correspondiente al COS de los bosques.

Sin embargo, los cambios en las existencias de carbono en suelos orgánicos (turberas y similares) se asocian al drenaje y a perturbaciones debidas a la gestión o manejo, y no han sido considerados en este inventario, al no ser este tipo de suelos relevante a nivel nacional. Según la cartografía de suelos de España (IGN, 1992) la superficie de suelos orgánicos es un 0,04% del total nacional.

7.2.4.3.- Quema de biomasa, incendios forestales

La quema de biomasa está asociada a numerosos tipos de uso de la tierra causantes de emisiones de CO₂, CH₄, N₂O, CO y NO_x. En este apartado se examinan las emisiones procedentes de la quema de biomasa en incendios forestales. Las dos categorías principales de procesos de combustión a considerar son:

- La quema en bosques gestionados²⁵.
- La quema cuyo resultado es una conversión de bosque a otro tipo de uso de la tierra. En este caso y, de acuerdo con la legislación nacional, Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, el cambio de uso forestal de un monte tendrá carácter excepcional y requerirá una autorización específica. En los casos en los que no se disponga de estas autorizaciones se considerará que no ocurre este proceso.

Metodología

En términos generales, los incendios pueden clasificarse en prescritos (o controlados) y espontáneos. Los incendios asociados al desbroce y a las actividades de gestión de ecosistemas suelen ser incendios controlados. La finalidad de estas quemas suele ser la eliminación de biomasa indeseada. De este tipo de quemas, prescritas o controladas, no ha podido, sin embargo, realizarse una estimación de las emisiones al no disponerse de información suficiente.

La metodología que se describe a continuación permite estimar las emisiones de CO₂, CH₄, N₂O, CO y NO_x procedentes de la quema de biomasa en tierras forestales, ya sea de “Bosque que permanece como bosque” o de “Bosque en transición” ocasionadas por los incendios forestales.

La exactitud de las estimaciones depende de los datos disponibles. Los datos de variables de actividad que se utilizan, incluyendo la estimación de la cantidad de carbono emitido como CO₂, son específicos de España, cumpliendo los requerimientos exigidos en el enfoque metodológico de Nivel 2 (Tier 2); mientras para el coeficiente nitrógeno/carbono, N/C, y para los factores de emisión de los gases distintos del CO₂ se toman los valores por defecto de la GPG-LULUCF 2003 de IPCC.

Las emisiones de gases distintos del CO₂ pueden estimarse sobre la base del carbono total liberado, mediante la Ecuación 7.2.7. (Ecuación 3.2.19 de la publicación GPG-LULUCF 2003 de IPCC).

Ecuación 7.2.7. Estimación de las emisiones de gases distintos del CO₂ a partir de C liberado

ECUACIÓN 3.2.19 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC	
ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DISTINTOS DEL CO₂ A PARTIR DEL C LIBERADO	
Emisiones de CH ₄	= (carbono liberado) • (ratio de emisión) • 16/12
Emisiones de CO	= (carbono liberado) • (ratio de emisión) • 28/12
Emisiones de N ₂ O	= (carbono liberado) • (relación N/C) • (ratio de emisión) • 44/28
Emisiones de NO _x	= (carbono liberado) • (relación N/C) • (ratio de emisión) • 46/14

Los cálculos se efectúan por separado para cada gas de efecto invernadero, utilizando los factores de emisión apropiados, cuyos valores centrales se muestran en la segunda columna de la tabla 7.2.8 siguiente, y que están tomados del cuadro 3A.1.15 de la

²⁵ Se considera que toda la superficie forestal nacional es o ha sido gestionada en algún momento.

publicación GPG-LULUCF 2003 de IPCC; mostrando las columnas tercera y cuarta de dicha tabla las bandas de confianza, inferior y superior, al nivel del 95% en torno al valor central. Al utilizar la Ecuación 3.2.19 de la publicación GPG-LULUCF 2003 de IPCC se necesita un ratio de emisión y una relación N/C. En el caso de combustible quemado se ha tomado para la relación N/C el valor 0,01, como indica el GPG-LULUCF 2003 de IPCC en su apartado 3.2.1.4.2.2 de elección de factores de emisión en su enfoque de Nivel 1.

Tabla 7.2.8.- Ratios de emisión para la quema a cielo abierto de bosques talados

Compuesto	Coeficientes de emisión		
	Valor central	Límite Inferior	Límite Superior
CH ₄	0,012	0,009	0,015
CO	0,06	0,04	0,08
N ₂ O	0,007	0,005	0,009
NO _x	0,121	0,094	0,148

Fuente: GPG-LULUCF 2003 de IPCC

En cuanto al carbono liberado, la metodología descrita permite estimar la liberación inmediata de carbono durante un incendio. Ésta es del orden del 20% del carbono que forma parte de la biomasa aérea y del 60% del carbono de la biomasa de residuos (según información de la sección 11.3 del informe “Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2011” que edita el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, basada en el artículo de Rodríguez Murillo, 1994).

La información estadística necesaria para el cálculo de las emisiones originadas por los incendios se ha tomado de la publicación “Los incendios forestales en España” que edita el Área de Defensa contra Incendios Forestales de la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal, además de mediante consultas dicho departamento.

La estimación se realiza sólo para las áreas de monte arbolado afectadas por los incendios, considerándose como monte arbolado las superficies cubiertas por especies arbóreas productoras de madera comercial, leña, resina, corcho o frutos forestales.

Para calcular el carbono liberado en un incendio, se parte de la biomasa previa existente. Se tratan por separado las superficies arboladas explotadas comercialmente y las no explotadas comercialmente.

En las superficies arboladas (con o sin aprovechamiento comercial) pueden distinguirse, en principio, los siguientes componentes de biomasa susceptibles de ser afectados por el fuego:

1. Biomasa Aérea:
 - a. Fracción comercial (M), formada por los troncos de tamaño comercial.
 - b. Resto de biomasa aérea (B), formada por las ramas, hojas y partes no comerciales del tronco.
2. Biomasa subterránea (U), formada por las raíces.

3. Biomasa de residuos en el suelo (PL), formada por los residuos de la biomasa aérea caídos al suelo.

La biomasa total se expresa como: $T = M + B + U + PL$

T se halla a partir de la información disponible, dividida entre superficies explotadas comercialmente y no explotadas comercialmente.

Superficie arbolada explotada comercialmente.

En las superficies con aprovechamiento comercial se dispone de la información del volumen maderable que, multiplicada por la estimación de Carbono por especie (0,227 t/m³ para las coníferas y 0,316 t/m³ para las frondosas, véase Tabla 7.2.9), permite obtener la masa de carbono presente en el volumen maderable.

Superficie arbolada no explotada comercialmente.

El dato de partida es la superficie afectada por los incendios, que se multiplican por los coeficientes de biomasa por hectárea para los correspondientes grupos de especies (43 m³/ha para coníferas y 73 m³/ha para frondosas, véase Tabla 7.2.9) obteniendo los volúmenes de biomasa total afectados por los incendios. Estos volúmenes multiplicados por los factores de densidad de carbono en el volumen de la biomasa afectada, dan como resultado la masa de carbono contenida en la superficie arbolada no comercial afectada por los incendios.

Tabla 7.2.9.- Parámetros del modelo de emisiones de incendios forestales

	CONÍFERAS	FRONDOSAS
Volúmenes de biomasa por superficie	43 m ³ /ha	73 m ³ /ha
Estimación de C en la especie	0,227 g/cm ³	0,316 g/cm ³

Fuente: Rodríguez Murillo (1994)

Por tanto, la estimación del carbono correspondiente a la fracción comercial (M) antes del incendio es:

$$M = (Mc*dc + Mf*df) + (Sc*ic*dc + Sf*if*df)$$

donde,

<i>M</i>	Fracción comercial
<i>Mc</i>	Fracción comercial coníferas en área explotada comercialmente
<i>Mf</i>	Fracción comercial frondosas en área explotada comercialmente
<i>Sc</i>	Superficie arbolada de coníferas no explotada comercialmente
<i>Sf</i>	Superficie arbolada de frondosas no explotada comercialmente
<i>ic</i>	Índice biomasa coníferas
<i>if</i>	Índice biomasa frondosas

dc Densidad de Carbono en coníferas

df Densidad de Carbono en frondosas

Las relaciones entre las diferentes componentes de la biomasa total (T), de acuerdo con Rodríguez Murillo (1994) son las siguientes, tomando como referencia la variable fracción comercial (M) aportada por la estadística de incendios:

1. Coeficiente de expansión de fracción comercial (M) a biomasa total (T): $T = 2,7 M$
2. Estimación de la biomasa subterránea en un 25% de la biomasa aérea: $U = 0,25 (M+B)$
3. Estimación de residuos sobre suelo en un 10% de la biomasa de la planta: $PL = 0,1 (M+B+U)$

Por tanto, la masa de carbono total (T) se estima como:

$$T = M + B + U + PL$$

donde,

T Biomasa Total

M Fracción comercial

B Resto de biomasa aérea

U Raíces

PL Hojarasca/desechos

Los coeficientes de fracción de biomasa efectivamente quemada (20% del carbono que forma parte de la biomasa aérea y del 60% del carbono de la biomasa de residuos, como se ha comentado anteriormente) se asumen como iguales para las dos clases de superficie arbolada (explotada y no explotada comercialmente).

Superficies incendiadas

Las superficies incendiadas sobre las que se aplica la metodología anteriormente descrita se muestran, para el periodo inventariado 1990-2011, en la tabla 7.2.10 siguiente.

Tabla 7.2.10.- Superficie afectada por los incendios forestales (Cifras en hectáreas)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
FL permanece	73.063	116.404	40.175	33.121	246.727	41.190	9.953	20.491	40.658	22.668	43.219
FL transición	135	492	263	300	3.695	941	321	836	2.047	1.266	2.682
CL→FL	4	12	7	8	1.188	461	189	534	1.333	843	1.822
CL _{PAC}	0	0	0	0	1.118	447	184	525	1.311	829	1.795
CL _{no PAC}	4	12	7	8	69	14	4	10	22	14	27
GL→FL	39	187	106	112	951	177	48	112	243	149	308
OL→FL	92	292	150	181	1.556	304	84	190	471	274	552
Total	73.198	116.896	40.438	33.421	250.422	42.131	10.275	21.326	42.705	23.934	45.900

Tabla 7.2.10.- Superficie afectada por los incendios forestales (Cifras en hectáreas)
(Continuación)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
FL permanece	17.984	23.567	50.045	48.005	64.225	65.588	27.092	7.772	37.167	9.382	9.398
FL transición	1.186	1.630	3.628	3.727	5.172	5.476	2.316	670	3.227	803	787
CL→FL	813	1.107	2.447	2.429	3.358	3.546	1.503	437	2.111	538	545
CL _{PAC}	800	1.089	2.406	2.387	3.300	3.485	1.478	430	2.077	530	537
CL _{no PAC}	13	18	42	41	58	60	25	7	34	8	8
GL→FL	130	182	406	393	533	553	231	66	316	75	65
OL→FL	243	341	774	906	1.281	1.378	583	167	800	190	178
Total	19.170	25.197	53.673	51.732	69.397	71.065	29.409	8.443	40.393	10.185	10.185

Presentación de resultados

De acuerdo con la metodología propuesta, la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero aparece en las tablas 7.2.3 y 7.2.4 y en las figuras 7.2.4 y 7.2.5 que aparecen al comienzo de esta sección 7.2.

7.2.5.- Incertidumbre y coherencia de series temporales

En este epígrafe se presenta la cuantificación de la incertidumbre de las variables de actividad y factores de emisión que se utilizan para la estimación de las emisiones/absorciones de carbono por los sistemas forestales, los cuales se desglosan en bosque que permanece como tal y bosque de transición.

7.2.5.1.- Bosque que permanece como bosque

La incertidumbre de la estimación de las absorciones de los bosques que permanecen como bosques se estima en un 50%. En esta categoría, se consideran las absorciones de CO₂ debidas al cambio de stock de la biomasa viva y, las emisiones debidas a los incendios forestales. A continuación se detallan las incertidumbres de cada una de las partes.

Cambio de stock de la biomasa viva

Para estimar los cambios de stock de biomasa viva en los bosques que permanecen como bosques se toman como variables de actividad la superficie forestal y la biomasa.

En la información referente a la superficie forestal se estima una incertidumbre del 30%, resultado de la falta de coincidencia entre la superficie forestal utilizada, la aportada por CLC90 y CLC06, y la proporcionada por el MFE50.

Para los datos de biomasa, la incertidumbre global es del 37%. A continuación, se detallan las incertidumbres parciales estimadas en el cálculo de la biomasa:

1. Existe una incertidumbre en el cálculo de biomasa entre las dos ediciones del IFN (IFN2 e IFN3), ya que el G_t puede tener en cuenta diferentes superficies a la hora de hacer la media. Se desglosa a su vez en otras dos incertidumbres:

- a. La incertidumbre del volumen maderable con corteza, estimada en un 10% según el IFN2 (pág. 11, Vol. Explicaciones y métodos), que es la combinación de las incertidumbres en: la medición de los árboles seleccionados en la parcela muestral, la conversión a biomasa viva y la elevación de muestra a población. Globalmente la estimación de la incertidumbre, teniendo en cuenta, además del componente ya citado, los componentes de “expansión a total biomasa viva en la muestra” y de “elevación a población”, se estima en un 20%.
 - b. La aplicación de una función lineal para el cálculo de la biomasa introduce una incertidumbre del 20%.
 - c. Aumento de incertidumbre combinada de a y b anteriores por extrapolación temporal, que se estima en un 30%.
2. Desde el último dato disponible (IFN3), los datos son extrapolados siguiendo la tendencia resultante de la comparación de IFN2 e IFN3. En cuanto a las incertidumbres proyectadas, correspondientes a los ítems a) y b) anteriores, se estima que se incrementan factor de escala de 1,3.

Al factor de conversión de biomasa (materia seca) a carbono, se le aplica una incertidumbre del 10% (rango entre 0,45 – 0,50). Ésta es válida para el resto de estimaciones de incertidumbres.

La incertidumbre final estimada para el cambio de stock de carbono en los bosques que permanecen como bosques es del 48%.

Incendios forestales

Se considera que la superficie afectada por los incendios está identificada de forma precisa, por lo que se le atribuye una incertidumbre reducida, inferior al 5%.

Se distingue la superficie afectada en función de si tiene o no aprovechamiento comercial. Para la que tiene aprovechamiento comercial se toma como variable de actividad básica el volumen maderable afectado por el incendio. Se asume una incertidumbre de 30%.

Para la superficie afectada que no tiene aprovechamiento comercial se toma como dato la superficie desglosada en coníferas y frondosas, asumiendo una incertidumbre del 20%. Con los datos de esta superficie se calcula el volumen maderable utilizando los índices de biomasa (desglosado en coníferas y frondosas) por superficie, asumiéndose una incertidumbre para estos índices del 30%. Estimándose, consecuentemente, un incertidumbre combinada para el volumen maderable en los incendios sin aprovechamiento comercial del 36%.

Para los datos de los dos apartados anteriores se calcula la fracción comercial de masa y de carbono a través de las densidades de las coníferas y frondosas, estimando una incertidumbre del 10% para esas densidades.

A partir de este carbono en la fracción comercial (M) se calcula el carbono en biomasa aérea (B+M) y biomasa de residuos en el suelo (PL), según los correspondientes ratios de

paso a estas fracciones a partir de la fracción comercial, asumiéndose una incertidumbre del 50% para estos ratios.

Se estima el carbono total emitido a través de unas fracciones diferenciadas entre B+M y PL, asumiendo una incertidumbre del 50%.

Se toma una incertidumbre para el ratio N/C del 50%. Posteriormente, se toman las incertidumbres correspondientes a la liberación de gases a partir de las fracciones que IPCC indica (tabla 3A.1.15 GPG-LULUCF 2003 de IPCC) en función del contenido de carbono emitido como CH₄, con una incertidumbre del 25%, y de nitrógeno emitido como N₂O, con una incertidumbre del 30%, liberado en los incendios.

Finalmente, se compone la incertidumbre total para las emisiones de CO₂-eq debidas a los incendios, que se estima en un 63%.

7.2.5.2.- Tierras forestadas o bosque en transición

La incertidumbre combinada del cambio de stock de la biomasa viva y el COS para las tierras forestadas es de un 95%.

Cambio de stock de la biomasa viva

Se estima que los datos de las superficies forestadas tienen una incertidumbre del 5%.

La estimación de la incertidumbre en el cálculo de biomasa sigue el mismo procedimiento que el explicado en el epígrafe 7.2.5.1., aunque en este caso, se asume una incertidumbre del 30% por la aplicación de una ecuación lineal en el crecimiento de biomasa, ya que el ajuste del crecimiento de la biomasa en una forestación es menos preciso que el que se produce en el bosque que permanece como tal (20%).

Se asumen un crecimiento lineal de los árboles durante el periodo de transición (20 años) a bosque que permanece como bosque. Esto añade una incertidumbre que se ha estimado en un 30%.

Por tanto, se puede cifrar la incertidumbre global del cambio de stock de la biomasa viva en torno a un 50%.

COS

Se estima que los datos de superficies forestadas tienen una incertidumbre del 5%.

Se asumen un crecimiento lineal del COS durante el periodo de transición (20 años) a bosque que permanece como bosque. Esto añade una incertidumbre que se ha estimado en un 5%.

De la información sobre datos de error estándar de las estimaciones de COS presentados en la figura 11, de la sección del “Informe CEAM, julio de 2009”²⁶, se estima que los coeficientes de variación resultan próximos, o superiores, a 1 (incertidumbre del 200%). El tratamiento provincial de la información reduce parcialmente la dispersión originada por las diferencias provinciales de temperatura, humedad, bosque tipo..., asumiéndose una incertidumbre para este parámetro del 100%.

Por tanto, se puede cifrar la incertidumbre global del cambio de COS en torno a un 960%²⁷.

Incendios forestales

Se consideran las mismas incertidumbres que en el apartado 7.2.5.1 (bosque que permanece como bosque), con la salvedad de que, a diferencia del caso del bosque que permanece como bosque, en esta actividad, sí se deben considerar las emisiones de CO₂, pues no puede asumirse que ya se hayan descontado del stock de biomasa viva de las repoblaciones (a diferencia, nuevamente, del caso del bosque que permanece como bosque, en que el CO₂ emitido en los incendios sí aparece descontado de la correspondiente biomasa viva). Por tanto, teniendo en cuenta lo anterior, se compone la incertidumbre total para las emisiones de CO₂-eq (que incluye las de CO₂, CH₄ y N₂O) debidas a los incendios, que se estima en un 63%.

7.2.6.- Actividades de control y aseguramiento de la calidad

Se ha hecho un énfasis especial en el control de la información de la base de datos de forestaciones de tierras agrícolas sin subvenciones de la PAC, forestaciones de pastizales y forestaciones de otras tierras. Este análisis ha sido necesario para poder deslindar estas actuaciones que se integran en la categoría 5A2 (conversión de tierras a bosque) de aquellas otras repoblaciones forestales que se encuadran dentro del ámbito de la gestión forestal, categoría 5A1. Este control ha sido posible dado que en la base de datos, que ha sido facilitada al inventario por la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal, existe un atributo que determina el uso de la tierra previo a la forestación. A partir del conocimiento de ese atributo y realizando una correspondencia con las clases de CORINE LAND COVER se pudo establecer la discriminación de estas tierras forestadas entre los usos previos de las clases UNFCCC CL, GL y OL.

Asimismo, se han utilizado procedimientos referenciados para el cálculo de las captaciones de carbono en las categorías 5A1 y 5A2 y de las emisiones de los incendios forestales.

²⁶ Informe CEAM, julio de 2009: “Informe de las actividades desarrolladas en el marco del contrato de colaboración entre la Fundación CEAM y la empresa Análisis Estadístico de datos, S.A.”

²⁷ Este valor, extraordinariamente alto, se debe a que se está estimando el error relativo de una diferencia de dos variables (COS de FL y COS de uso de origen) con valores muy próximos e incertidumbres altas.

La implementación de los algoritmos de estimación ha sido realizada en paralelo, pero de forma independiente, por dos equipos del grupo de trabajo GT-LULUCF. Ello ha permitido realizar una verificación exhaustiva del proceso de estimación.

7.2.7.- Nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos con respecto al envío anterior.

7.2.8.- Mejoras planificadas

Aunque en esta edición del inventario (véase epígrafe 11.3.1.2) se ha argumentado que los depósitos de madera muerta y detritus del bosque no constituyen fuente, no se ha presentado una cuantificación de su nivel como sumidero. Esta es una actuación que se está investigando para poder presentar datos cuantitativos en las próximas ediciones del inventario. Adicionalmente, se está estudiando la posibilidad de disponer de información que permita estudiar las variaciones en el stock de carbono orgánico en los suelos de los bosques que permanecen como bosque, así como de las forestaciones de “otras tierras” (OL).

Por otra parte, con motivo de mejorar la caracterización de la evolución de las tierras forestales en España, se está valorando la inclusión de los resultados parciales disponibles del IFN4, aún cuando esta mejora estará restringida a una pequeña parte del territorio nacional.

Asimismo, como recomendó el ERT durante la In-Country Review de 2011, se está estudiando la posibilidad de caracterizar las reforestaciones con datos de base específicos de especies utilizadas en la reforestación. En el caso de obtener esta información, se podría abandonar la asunción de que las repoblaciones se realizan con el mismo mix de especies existente en la provincia. Como en otros casos, esta mejora viene fundamentalmente condicionada por la información de base.

Finalmente, también a requerimiento del ERT de la In Country Review 2011, con el fin de evitar una infraestimación de las emisiones de quema de biomasa en el bosque, se está trabajando en la estimación de la cantidad de biomasa afectada por las quemadas controladas.

7.3.- Cultivos agrícolas (5B)

En esta sección se informa sobre las emisiones y absorciones de carbono (CO₂) que tienen lugar en las tierras agrícolas (CL) que se mantienen como tales a lo largo del periodo inventariado 1990-2011. No se han identificado conversiones de tierras en otras clases de uso a tierras agrícolas, por lo que se asigna a esta transición la etiqueta de notación NO (No Ocurre).

En los cultivos se van a considerar las variaciones en los depósitos de carbono de la biomasa viva, correspondientes a las prácticas de transición entre distintos tipos de cultivos. En segundo lugar, se van a considerar los flujos de los stocks de carbono originados por las

variaciones del carbono orgánico de los suelos (COS) en las tierras agrícolas en que se realizan prácticas conservadoras de gestión del suelo²⁸.

Estimación de los depósitos de biomasa viva

Las transiciones entre tipos de cultivo que van a dar origen a flujos de los stocks de carbono y que se estiman en esta sección corresponden a los siguientes tipos de transiciones:

- L → L: Transición de cultivo leñoso a cultivo leñoso.
- H → L: Transición de cultivo herbáceo a cultivo leñoso.
- L → H: Transición de cultivo leñoso a cultivo herbáceo.

Dentro de los cultivos leñosos se van a distinguir los tres grupos siguientes: olivar, viñedo y otros cultivos leñosos. Dentro de las superficies de cultivos herbáceos se incluyen las tierras propiamente cultivadas y las tierras dejadas en barbecho.

En la tabla 7.3.1 y en la figura 7.3.1 se muestra la estimación de las emisiones (+) y de las absorciones (-) de CO₂ en las transiciones entre los tipos de cultivos más arriba indicados. Para cultivos anuales, tal y como se especifica en la GPG-LULUCF 2003 de IPCC, no se consideran variaciones interanuales de carbono en la biomasa viva.

Tabla 7.3.1.- Emisiones (+) y absorciones (-) de CO₂ en las transiciones entre tipos de cultivos (Cifras en Gg CO₂)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
H → L	-2.082	-1.921	-2.006	-2.370	-2.491	-2.401	-2.485	-2.545	-2.533
L → H	1.153	2.308	1.004	1.808	1.030	1.853	2.645	2.645	2.645
L → L	0	0	0	231	71	140	192	171	151
Total	-929	387	-1.002	-331	-1.390	-409	352	272	262

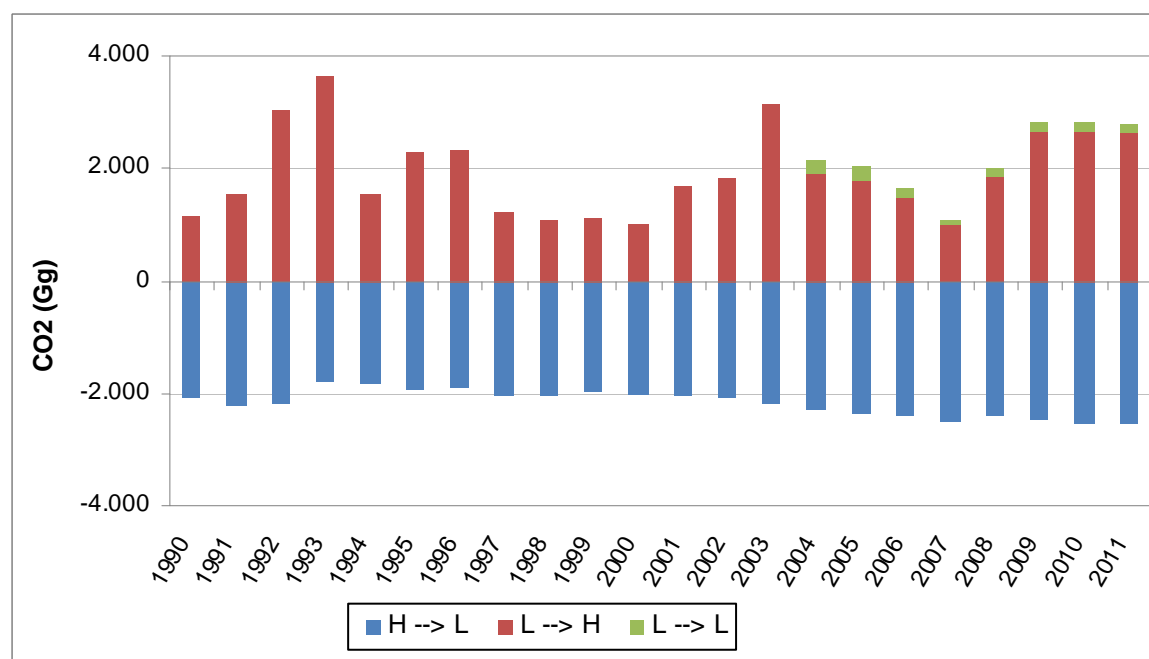
H → L: Transición de cultivo herbáceo a cultivo leñoso.

L → H: Transición de cultivo leñoso a cultivo herbáceo.

L → L: Transición de cultivo leñoso a cultivo leñoso.

²⁸ Cabe aclarar que en los cultivos agrícolas se producen quemas que afectan a su biomasa. Estas quemas pueden ser controladas, en cuyo caso se incluyen en la actividad 4F "Quema en campo abierto de residuos agrícolas", o incontroladas, de las que, actualmente, se está investigando su existencia.

Figura 7.3.1.- Emisiones (+) y absorciones (-) de CO₂ en las transiciones entre tipos de cultivos (Cifras en Gg CO₂)



L → L: Transición de cultivo leñoso a cultivo leñoso.

H → L: Transición de cultivo herbáceo a cultivo leñoso.

L → H: Transición de cultivo leñoso a cultivo herbáceo.

Estimación de las variaciones de carbono orgánico de los suelos (COS)

La variación de carbono orgánico en suelos debido a las prácticas de gestión de los suelos de cultivos leñosos²⁹ se constituye en un sumidero neto³⁰. En la tabla 7.3.2 siguiente se presenta la estimación de la fijación de carbono orgánico en estos suelos leñosos con desglose de la contribución de cada tipo de práctica de gestión del suelo aplicada.

²⁹ No se incluyen en esta sección las estimaciones de cambios en el COS asociados con cultivos herbáceos que permanecen como cultivos herbáceos

³⁰ A petición del ERT del In-Country Review 2011, para lograr una exhaustividad en la estimación de variaciones del depósito de COS en los cultivos, se está recabando la posible información disponible de prácticas de gestión de los suelos en cultivos herbáceos y barbechos.

Tabla 7.3.2.- Emisiones (+) y absorciones (-) de CO₂ de carbono orgánico en suelos agrícolas (Cifras en Gg CO₂)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Laboreo tradicional	0	0	0	0	0	0
Laboreo mínimo	-593	-651	-668	-675	-686	-704
Cubierta vegetal espontánea	-1.395	-1.619	-1.789	-1.832	-1.996	-2.098
Cubierta vegetal sembrada	-42	-45	-45	-48	-51	-55
Cubierta inerte	-60	-67	-71	-96	-112	-120
Sin Mantenimiento	-275	-303	-310	-323	-360	-372
No laboreo	-295	-386	-395	-395	-429	-439
Total	-2.660	-3.070	-3.278	-3.368	-3.634	-3.789

7.3.1.- Descripción de la categoría

En esta categoría se consideran las tierras agrícolas que se mantienen en cada año, con relación al año anterior, como tierras agrícolas, categoría 5B1, descontándose año tras año la superficie de tierras agrícolas que pasan a otros usos (a bosques, a pastizales, a asentamientos y a otras tierras). No se han identificado en el periodo inventariado (1990-2011) conversiones a tierras agrícolas a partir de otras clases de usos de la tierra.

Se incluyen en los cultivos agrícolas todos los cultivos anuales y permanentes así como las tierras en barbecho (tierras que se dejan sin cultivar durante uno o más años para su descanso). Los cultivos anuales están constituidos por plantas herbáceas (H) de ciclo anual, tales como cereales, legumbres, tubérculos, cultivos industriales y cultivos forrajeros; mientras los cultivos permanentes están formados por plantas leñosas (L) de ciclo plurianual, entre las que en España destacan, por la superficie ocupada, el olivar, el viñedo y los frutales. Existen también superficies con combinaciones de cultivos herbáceos y leñosos que se integran dentro de la superficie de cultivos agrícolas, excepto cuando tales tierras puedan ser clasificadas como tierras forestales, según los criterios expuestos más arriba en el apartado 7.1.1.

De toda la superficie agrícola, que representa un porcentaje muy elevado de la superficie del territorio nacional (en torno al 40% en 2011³¹), la mayor parte se encuentra en balance neutro de carbono como consecuencia de las prácticas habituales de la gestión agrícola. No obstante, determinadas prácticas como son las transiciones entre cultivos que incluyan al menos un leñoso (H → L, L → L y L → H) y las prácticas conservadoras de gestión de suelos en cultivos leñosos sí dan origen a variaciones en los depósitos de carbono, variaciones que son objeto de estimación en esta sección. Las restantes prácticas

³¹ Este porcentaje es representativo de la superficie agrícola sobre el total de superficie nacional cuando se incluye dentro de la categoría agricultura el bloque, muy significativo, de “aprovechamientos”.

de gestión agrícola se considera que no generan flujos netos de GEI y por tanto se omiten en la estimación del inventario (balance neutro de carbono)³².

7.3.2.- Información para la representación de las superficies

La información para la representación de la superficie total de tierras agrícolas (CL) que permanecen como tales, categoría 5B1, se ha tomado de las explotaciones cartográficas de CLC y del MFE50 considerando la superficie agrícola a comienzos de 1990, a la que se descuenta, cada año, sus conversiones a bosque (FL), pastizal (GL), Asentamientos (SL) y otras tierras (OL).

La superficie de conversión de tierras agrarias a bosque viene dada por la información de forestación, tanto de las realizadas en tierras que han recibido subvenciones de la PAC, como en las que no han tenido tal subvención. El resto de conversiones se han obtenido de las variaciones de la superficie en las citadas explotaciones cartográficas entre el inicio de 1990 y el final de 2006, asumiéndose para cada año del periodo inventariado una tasa uniforme de conversión.

A su vez, dentro del total de tierras agrícolas (CL), se asume que la mayoría se encuentran en balance neutro de carbono por lo que no se estiman emisiones ni absorciones para las mismas. Sin embargo, dentro de este conjunto de tierras agrícolas, hay un subconjunto de la superficie donde se dan: i) transiciones entre cultivos herbáceos y leñosos y ii) prácticas conservadoras de gestión del suelo de cultivos leñosos, que sí dan lugar a flujos de GEI. Estos flujos han sido estimados sobre las superficies en que se realizan tales prácticas y cuya información proviene básicamente de ESYRCE y el Anuario de Estadística del MAGRAMA, según se comenta más abajo en el epígrafe 7.3.4.1.

7.3.3.- Usos y cambios de usos de la tierra: definiciones y sistema de clasificación

En el Apéndice 7.1 se presenta la triple correspondencia entre clases de uso del suelo UNFCCC con las de CORINE LAND COVER y MFE50. Esencialmente, las tierras de cultivo están formadas por las siguientes clases de CORINE LAND COVER (siempre que, si en éstas se establece una diferenciación por FCC, el valor de este parámetro sea < 20%):

- 211 (tierras de labor en secano), 212 (terrenos regados permanentemente), 213 (arrozales), 221 (viñedos), 222 (frutales y plantaciones de bayas), 223 (olivares), 241 (cultivos anuales asociados con cultivos permanentes).

³² Está en proceso de investigación la cuantificación de las superficies y tipos de prácticas que en cultivos herbáceos se encuadran dentro de prácticas conservadoras de gestión de suelos. Hasta el momento no se ha podido disponer de esta información desglosada por tipo de práctica y con ámbito de referencia espacial, motivo por el cual no se han estimado flujos netos de CO₂ asociados a las mismas. El objetivo es poder incluir estas estimaciones en ediciones futuras del inventario una vez que se haya levantado y contrastado la información de base pertinente.

- 242 (mosaicos de cultivos), 243 (terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación natural), 244 (sistemas agro-forestales).

Para estas últimas categorías se realiza un desglose a un nivel superior de códigos de la codificación CORINE LAND COVER para discriminar la parte que corresponde a tierras agrícolas (CL) y la parte que corresponde a pastizales (GL).

Para estimar las variaciones de las reservas de carbono en los suelos (COS), se parte de la información de las distintas prácticas conservadoras de los suelos en cultivos leñosos que se definen a continuación:

- Laboreo mínimo: Laboreo superficial mediante la utilización de cultivadores, gradas y arado de cincel cuya profundidad es menor de 20 cm.
- Cubiertas vegetales espontáneas: el suelo no recibe labor mecánica alguna, está protegido por una cubierta vegetal espontánea, cuyo crecimiento se controla ya sea de manera mecánica (siega), química (herbicidas) o pastoreo.
- Cubiertas vegetales sembradas: el suelo no recibe labor mecánica alguna, está protegido por una cubierta vegetal sembrada de gramíneas (cebada, ballico, bromo, etc.) o leguminosas (vezas, altramuces, etc.), cuyo crecimiento se controla ya sea de manera mecánica (siega), química (herbicidas) o pastoreo.
- Cubiertas inertes: el suelo está cubierto de restos de podas, piedras u otros compuestos inertes.
- Laboreo tradicional: Alterar o remover, mediante implementos mecánicos, el perfil del suelo en una profundidad igual o superior a 20 cm.
- Sin mantenimiento: el terreno no ha recibido en la última campaña ninguna labor de mantenimiento ni de control de vegetación, ya sea mecánica, química o pastoreo.
- No laboreo: En cultivos leñosos, la calle de las plantaciones no recibe labor mecánica alguna no se mantiene en ningún momento cubierta vegetal y suelen aparecer problemas de compactación.

7.3.4.- Metodología

7.3.4.1.- Cultivos que permanecen como cultivos

En la estimación de emisiones y absorciones debidas a la gestión de tierras agrícolas que permanecen como tales (CL-CL), se han considerado las variaciones en las reservas de carbono para los depósitos de la biomasa viva (aérea y radicular) y de carbono orgánico del suelo (COS). La ecuación de referencia de GPG LULUCF 2003 de IPCC es la siguiente:

$$\Delta C_{CLCL} = \Delta C_{CLCL\ BV} + \Delta C_{CLCL\ Suelos}$$

donde,

ΔC_{CLCL} = variación anual de las reservas de carbono en tierras agrícolas que siguen siendo tierras agrícolas ($t\ C\ año^{-1}$).

$\Delta C_{CLCL\ BV}$ = variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva ($t\ C\ año^{-1}$).

$\Delta C_{CLCL\ Suelos}$ = variación anual de las reservas de carbono en el suelo ($t\ C\ año^{-1}$).

Para convertir las toneladas de C en Gg de CO_2 se multiplicará el valor inicial por 44/12 y por 10^{-3} .

Cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva (aérea y radicular)

Como ya se ha explicado al principio de este apartado 7.3., solamente se considerarán los cambios de stock de C de biomasa viva en aquellas superficies en las que haya una transición que implique aparición o desaparición de un cultivo leñoso. Al utilizar el método por defecto de GPG LULUCF 2003 de IPCC, la variación de la biomasa se estima solamente para transiciones que incluyan cultivos leñosos. Para los cultivos herbáceos, se supone que el aumento de las reservas de biomasa viva de un solo año es igual a las pérdidas de biomasa por recolección y mortalidad en ese mismo año; es decir, no hay acumulación neta del carbono almacenado en la biomasa viva.

Para estimar $\Delta C_{CLCL\ BV}$, se estiman las tasas anuales de crecimiento y pérdida (Ecuación 3.2.2. de la sección "Tierras forestales" del IPCC 2003).

$$\Delta C_{CLCL\ BV} = \Delta C_{CLCL\ C} + \Delta C_{CLCL\ P}$$

donde,

$\Delta C_{CLCL\ BV}$ = variación anual de las reservas de carbono de biomasa viva (incluye la biomasa sobre y bajo el suelo) en tierras agrícolas que siguen siendo tierras agrícolas ($t\ C\ x\ año^{-1}$).

$\Delta C_{CLCL\ C}$ = aumento anual de las reservas de carbono debido al crecimiento de la biomasa ($t\ C\ x\ año^{-1}$).

$\Delta C_{CLCL\ P}$ = variación anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa ($t\ C\ x\ año^{-1}$).

Las tasas de acumulación y pérdida se han estimado a partir de la información facilitada por la Subdirección de Hortofruticultura, Aceite de Oliva y Vitivinicultura. Esta Subdirección, tras consulta a varias fuentes, proporcionó información para tres grandes grupos de cultivos (Olivar, Viñedo, Otros Cultivos Leñosos) de los contenidos característicos de: i) biomasa aérea y radicular, ii) contenidos de humedad presentes, iii) fracciones de carbono características de cada uno de estos tipos de cultivos y iv) edad que tenían los cultivos cuando se realizó la estimación de la biomasa. Estos contenidos se estimaron considerando densidades de plantación características facilitadas por expertos del sector.

Partiendo de la información anterior, se pudieron estimar tasas de ganancia y pérdida anuales y se fijaron periodos de transición característicos para cada tipo de cultivo. Los

periodos de transición adoptados se fundamentaron en las edades que tenían los cultivos objeto de análisis según las fuentes de información de referencia. Los cultivos ya se encontraban, a dicha edad, en fase productiva, y según indicaban las fuentes de referencia, era razonable suponer que las ganancias de biomasa posteriores que experimentara el cultivo serían marginales y quedarían compensadas con las pérdidas por poda, recolección o mortandad.

En el caso del viñedo la información disponible con relación a los contenidos de biomasa no refiere la edad para la cual las ganancias de biomasa se pueden considerar compensadas con las pérdidas, por lo que se decidió recurrir al mismo periodo de transición adoptado para Otros Cultivos Leñosos. Esta información es coherente con la disponible que especifica que una explotación de viñedo se considera que comienza a ser productiva a partir del cuarto año de implantación del cultivo.

Para Otros Cultivos Leñosos la información disponible se proporcionaba en datos de biomasa fresca sin referencia al contenido de humedad. Para poder emplear datos de biomasa en masa seca, la conversión se hizo considerando los contenidos de humedad del Olivar.

Los datos sobre los parámetros característicos de los tres tipos de cultivos indicados (olivar, viñedo y otros cultivos leñosos) se presentan en la tabla 7.3.3 siguiente.

Tabla 7.3.3.- Resumen de la información de partida para el cálculo de la tasa de acumulación y pérdida de biomasa

Densidad de plantación (pies/ha)	Período de transición (años)	Fracción de Carbono en la masa seca (%)	Contenido en humedad (%)			Biomasa viva				Tasa de acumulación de biomasa (t de C/ha año)	Tasa de pérdida de biomasa (t C/ha)
			Sistema radicular	Tronco y ramas	Hojas	Biomasa inicial (kg/ha en masa fresca)	Biomasa final (kg/ha en masa seca)				
							Sistema radicular	Tronco y ramas	Hojas		
OLIVAR											
200	40	49,5	50	30	45	40	2.437,5	13.650	3.056	0,24	9,46
VIÑEDO											
2.500	10	45	No utilizado			212,5 ⁽¹⁾	6.112,5 ⁽¹⁾	6.175 ⁽¹⁾	942 ⁽¹⁾	0,59	5,86
OTROS CULTIVOS LEÑOSOS											
300	10	50	50	30	45	90	3.150	14.840	3.162,5	1,05	10,53

(1): Se asume que corresponde a masa seca.

La información sobre la variable de actividad, transiciones entre cultivos que implican aparición o retirada de cultivos leñosos, sobre la que se aplica la metodología anteriormente descrita, se muestra en las tablas 7.3.4 y 7.3.5. En ambas tablas figuran las transiciones entre tipos de cultivo, herbáceos y leñosos, que han tenido lugar en el periodo 1990-2003 (tabla 7.3.4) y 2004-2011 (tabla 7.3.5). En la presentación de la variable de actividad, mostrada en las dos tablas anteriores, se han diferenciado los dos periodos indicados, 1990-2003 y 2004-2011, debido al hecho de que la diferente disponibilidad de información de base para configurar la variable de actividad de referencia en cada uno de los dos periodos. Así, en el periodo 1990-2003, se ha tomado la información del Anuario de Estadística del

MAGRAMA, en el que la información figuraba por superficie total³³ (hectáreas), a nivel provincial, dedicadas a cada uno de las tres categorías de cultivos leñosos; habiéndose estimado las transiciones por las diferencias de superficie en cada tipo de cultivo entre años consecutivos³⁴. Para el periodo 2004-2011, la fuente de información disponible, Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España (ESYRCE)³⁵, permite un tratamiento más elaborado ya que incluye información no sólo de las superficies correspondientes a cada categoría de cultivo leñoso sino también de las transiciones anuales entre dichas categorías con un desglose espacial de CCAA (NUTS 2).

Tabla 7.3.4.- Superficies totales por cultivo leñoso (periodo 1990-2003)

	Superficie año (ha)						
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Cítricos	264.943	264.761	267.651	270.264	268.175	271.831	275.671
No Cítricos	946.540	963.214	933.279	939.724	943.872	963.876	956.397
Olivar	2.121.181	2.127.171	2.141.269	2.146.968	2.177.333	2.223.760	2.255.537
Otros Leñosos	103.504	100.022	93.565	86.676	91.590	76.157	74.762
Viñedo	1.453.777	1.430.509	1.380.640	1.281.469	1.235.397	1.198.680	1.163.901
TOTAL	4.889.945	4.885.677	4.816.404	4.725.101	4.716.367	4.734.304	4.726.268

	Superficie año (ha)						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Cítricos	283.920	285.619	291.781	294.629	303.826	305.496	306.676
No Cítricos	984.731	977.573	966.702	982.894	966.198	956.711	956.308
Olivar	2.280.130	2.346.427	2.364.614	2.405.837	2.429.300	2.430.582	2.439.582
Otros Leñosos	78.555	76.273	74.553	73.535	71.087	86.293	80.682
Viñedo	1.163.024	1.165.068	1.179.925	1.195.026	1.202.267	1.186.107	1.172.797
TOTAL	4.790.360	4.850.960	4.877.575	4.951.921	4.972.678	4.965.189	4.956.045

Fuente: Anuario de Estadística del MAGRAMA

En la tabla 7.3.5., las categorías de cítricos, no cítricos y otros leñosos se corresponden con la categoría de "otros cultivos leñosos" de la tabla 7.3.3.

³³ Superficie total en contraposición a superficie en producción. La superficie total incluye la superficie en producción más otras superficies del referido cultivo leñoso pero que no están en producción.

³⁴ Dado que la variable de actividad comprende las superficies en transición hacia un cultivo leñoso de largo periodo de maduración (el olivar tiene un periodo de crecimiento de 40 años), la información necesaria para la estimación de los datos de 1990 incluye todo el conjunto de años en el intervalo 1950-1990.

³⁵ ESYRCE es facilitada por la Subdirección General de Estadísticas del MARM.

Tabla 7.3.5.- Transiciones de cultivos con origen o destino leñoso (periodo 2004-2011)

Transición	Superficie año (ha)							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Cítricos a Herbáceos	5.208	7.258	2.876	1.749	5.001	4.918	4.918	4.918
Cítricos a Viñedo	130	878	465	1	26	24	24	24
Herbáceos a Cítricos	6.725	9.487	11.852	8.041	2.683	2.041	2.041	2.041
Herbáceos a No Cítricos	16.635	18.625	13.255	15.768	15.338	20.191	20.191	20.191
Herbáceos a Olivar	84.538	17.351	24.732	38.961	37.251	30.298	30.298	30.298
Herbáceos a Otros Leñosos	2.588	472	710	711	158	621	621	621
Herbáceos a Viñedo	33.767	29.507	23.181	17.238	21.581	22.905	22.905	22.905
No Cítricos a Herbáceos	16.914	16.394	15.190	10.401	19.625	16.006	16.006	16.006
No Cítricos a Viñedo	2.431	2.372	1.990	1.005	833	1.189	1.189	1.189
Olivar a Herbáceos	8.177	7.745	5.724	6.247	10.719	12.066	12.066	12.066
Olivar a Viñedo	1.894	1.996	1.036	1.228	2.719	2.456	2.456	2.456
Otros Leñosos a Herbáceos	1.467	694	1.063	91	96	251	251	251
Otros Leñosos a Viñedo	9	7	0	0	0	41	41	41
Viñedo a Cítricos	20	101	54	65	11	6	6	6
Viñedo a Herbáceos	32.924	27.893	25.179	15.882	24.517	65.598	65.598	65.598
Viñedo a No Cítricos	2.711	1.212	1.370	724	934	1.934	1.934	1.934
Viñedo a Olivar	2.487	2.252	3.048	1.760	3.352	5.357	5.357	5.357
Viñedo a Otros Leñosos	9	7	0	0	0	72	72	72
TOTAL	218.634	144.249	131.726	119.872	144.844	185.973	185.973	185.973

Fuente: ESYRCE

Variación de las reservas de carbono en los suelos

Para estimar las variaciones de las reservas de carbono en los suelos (COS) se utiliza un nivel metodológico 2 (Tier 2), puesto que se dispone de información sobre el COS de los suelos agrícolas (véase tabla 7.3.6).

Al venir dado el valor de COS desglosado por provincias, se ha calculado una media ponderada proporcional a la superficie agrícola de cada provincia con el objeto de obtener el contenido en carbono orgánico (t/ha) en suelos agrícolas por CCAA (NUTS 2). Este nivel de georreferenciación más agregado es el que necesariamente debe aplicarse, dado que la desagregación territorial limitante es la que corresponde a las superficies sometidas a prácticas de gestión de suelo conservadoras, información que viene desagregada sólo por CCAA. En la tabla 7.3.6 se muestra el valor así calculado de COS por Comunidades Autónomas.

Tabla 7.3.6.- Tabla de Contenido en Carbono Orgánico (t/ha) en suelos agrícolas

CCAA	COS ref (t/ha)	CCAA	COS ref (t/ha)
Andalucía	70	Extremadura	67
Aragón	72	Galicia	85
Baleares	69	La Rioja	72
Canarias	65	Madrid	73
C. la Mancha	71	Melilla	70
C. Valenciana	67	Navarra	74
Cantabria	81	P. de Asturias	103
Castilla y León	72	País Vasco	73
Cataluña	71	R. de Murcia	66
Ceuta	70		

Para estimar las variaciones en el contenido del carbono orgánico del suelo, partiendo de los COS_{REF} obtenidos de la forma descrita, se emplean los valores de referencia de los factores de uso de la tierra (F_{UT}), de laboreo (F_{RG}) y de aportes de carbono orgánico (F_E) que facilita GPG-LULUCF 2003 de IPCC y tomando, como periodo de transición, también el valor por defecto de 20 años de dicha Guía. En la tabla 7.3.7 se muestran estas ternas de factores para los distintos tipos de prácticas agrícolas sobre el suelo, y en la tabla 7.3.8 se muestran, como ilustración, los valores concretos de dichas ternas de factores para la región climática templada seca.

Tabla 7.3.7.- Factores de variación de reserva de COS para prácticas de gestión en cultivos leñosos³⁶

	F _{UT}	F _{RG}	F _E
Laboreo tradicional	Cultivo de larga duración	Completo	Bajo
Laboreo mínimo	Cultivo de larga duración	Reducido	Bajo
Cubierta vegetal espontánea	Cultivo de larga duración	Sin labranza	Medio
Cubierta vegetal sembrada	Cultivo de larga duración	Reducido	Alto
Cubierta inerte	Cultivo de larga duración	Sin labranza	Medio
Sin mantenimiento	Cultivo de larga duración	Sin labranza	Bajo
No laboreo	Cultivo de larga duración	Sin labranza	Bajo

Tabla 7.3.8.- Factores de variación de reserva de COS para prácticas de gestión en cultivos leñosos para la región climática templada seca

Región climática templada seca	F _{UT}	F _{RG}	F _E
Laboreo tradicional	0.82	1.00	0.92
Laboreo mínimo	0.82	1.03	0.92
Cubierta vegetal espontánea	0.82	1.10	1.00
Cubierta vegetal sembrada	0.82	1.03	1.07
Cubierta inerte	0.82	1.10	1.00
Sin mantenimiento	0.82	1.10	0.92
No laboreo	0.82	1.10	0.92

³⁶ A petición del ERT de la In-Country Review 2011, se va a revisar la asignación contenida en esta tabla.

La metodología propuesta por GPG-LULUCF 2003 de IPCC para estimar las emisiones y la absorción de CO₂ por los suelos debido al uso y a la gestión de las tierras, toma como referencia la variación de las reservas de carbono orgánico (emisiones o absorciones de CO₂) en suelos minerales, las emisiones de CO₂ en suelos orgánicos (turberas) y las emisiones de CO₂ procedentes del encalado de suelos agrícolas.

En España los suelos orgánicos cultivados son muy poco representativos. Además, por el momento no se dispone de información que confirme el encalado con fines agrícolas. Así pues, la variación anual de las reservas de carbono en el suelo en tierras agrícolas que siguen siendo tierras agrícolas se correspondería con la variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales, en toneladas de C / año.

Para los suelos minerales, el método de estimación se basa en la variación de las reservas de C en el suelo a lo largo de un período finito posterior a los cambios de gestión que repercuten en el C del suelo, como se indica en la ecuación 3.3.4 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC.

$$\Delta C_{CLCL\ MINERALES} = [\sum_C \sum_S \sum_i (COS_0 * S)_{csi} - \sum_C \sum_S \sum_i (COS_{(0-T)} * S)_{csi}] / T$$

$$COS = COS_{REF} * F_{UT} * F_{RG} * F_E$$

donde,

$\Delta C_{CLCL\ MINERALES}$ = variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales, en toneladas de C año⁻¹

COS_0 = reservas de carbono orgánico del suelo en el año de inventario (t C x ha⁻¹)

$COS_{(0-T)}$ = reservas de carbono orgánico del suelo T años antes del inventario (t C x ha⁻¹)

COS_{REF} = valor de referencia de las reservas de carbono (t C ha⁻¹);

F_{UT} = factor de variación de las reservas para un uso de la tierra o para un cambio de uso de la tierra, sin dimensiones.

F_{RG} = factor de variación de las reservas para un régimen de gestión, sin dimensiones.

F_E = factor de variación de las reservas para una entrada de materia orgánica, sin dimensiones.

T = período de inventario, en años (valor por defecto, 20 años)

S = superficie de cada parcela de tierra (ha)

“C” representa las zonas climáticas, “S” los tipos de suelo, e “I” el conjunto de los principales sistemas de tierra agrícola presentes en un país.

Para poder emplear los factores por defecto de GPG-LULUCF 2003 de IPCC es necesario primero clasificar la superficie nacional por zonas climáticas conforme a criterios de temperatura media anual, precipitación media anual y evapotranspiración potencial media anual (véanse figuras 7.3.2, 7.3.3 y 7.3.4 respectivamente). La obtención de las zonas climáticas y de sus áreas, véase figura 7.3.5, se realizó a través de sistemas de información geográfica partiendo de la información proporcionada por el Sistema de Información del Agua (SIA) del MAGRAMA. El SIA dispone de información georreferenciada de temperatura, precipitación y evapotranspiración media mensual de todo el territorio nacional (excepto Ceuta y Melilla) y para una serie temporal que en sus datos de base cubre el periodo 1940-2011. El tamaño de la celda que emplea es de 1000 m x 1000 m.

Con esta información se estimaron medias anuales de temperatura (TMA), precipitación (PMA) y Evapotranspiración Potencial (ETP) para una serie de 30 años (1978–2008). Finalmente, se cruzó esta información empleando los criterios de clasificación de zonas climáticas que emplea GPG-LULUCF 2003 de IPCC con la capa de Comunidades Autónomas y se pudieron obtener superficies de las zonas climáticas existentes tanto a escala nacional como a escala autonómica. La partición de superficies de CCAA por zonas climáticas realizadas según el procedimiento anterior se presenta en la tabla 7.3.9.

Figura 7.3.2.- Mapa de la temperatura media anual (TMA) de la serie de 30 años (Fuente; SIA)

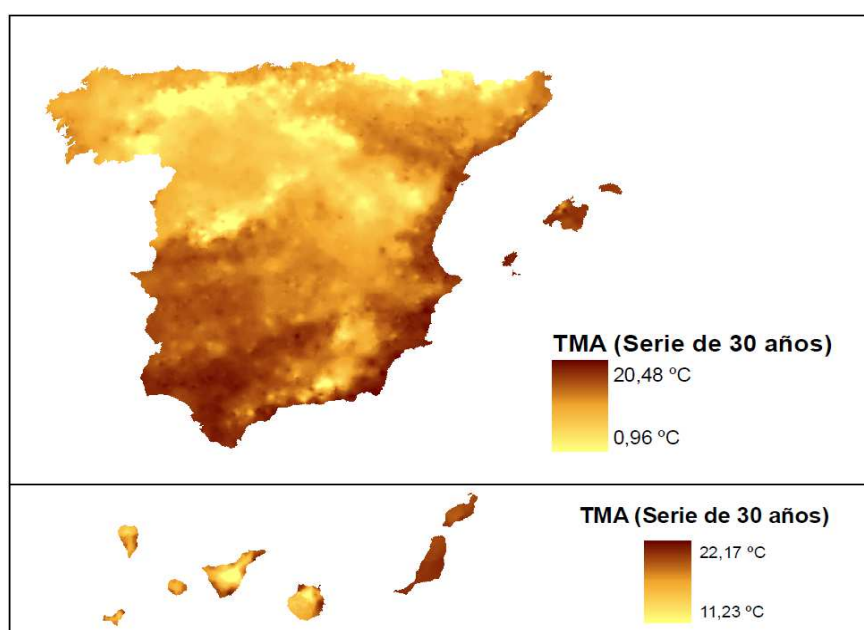


Figura 7.3.3.- Mapa de la precipitación media anual (PMA) de la serie de 30 años (Fuente; SIA)

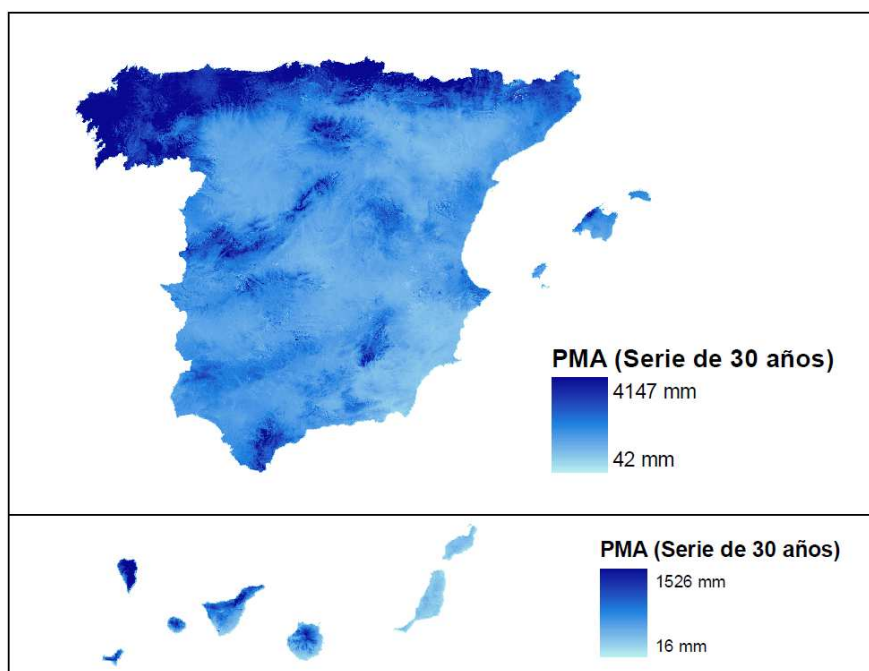


Figura 7.3.4.- Mapa de la evapotranspiración potencial media anual (ETP) de la serie de 30 años (Fuente; SIA)

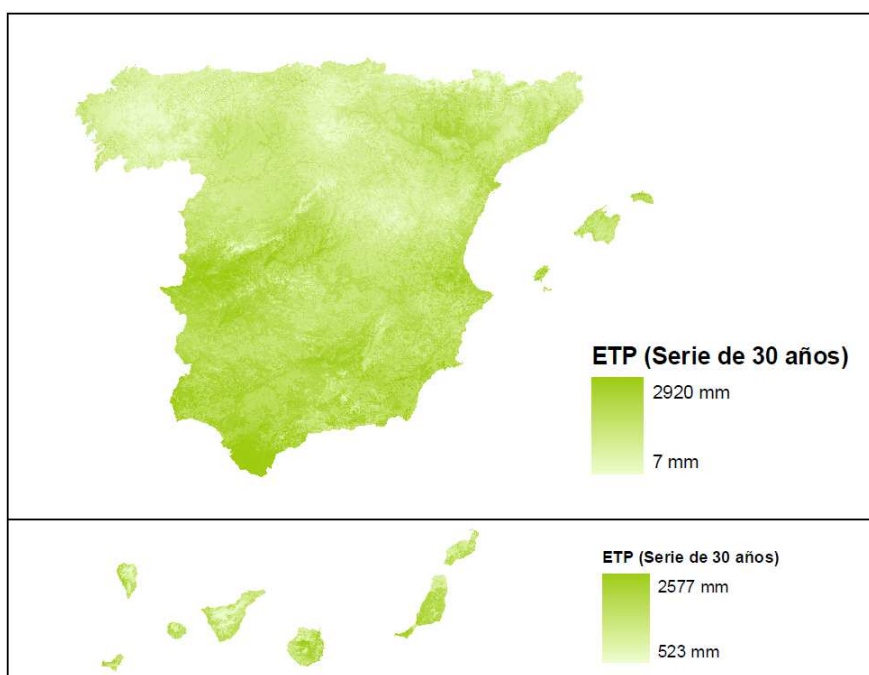
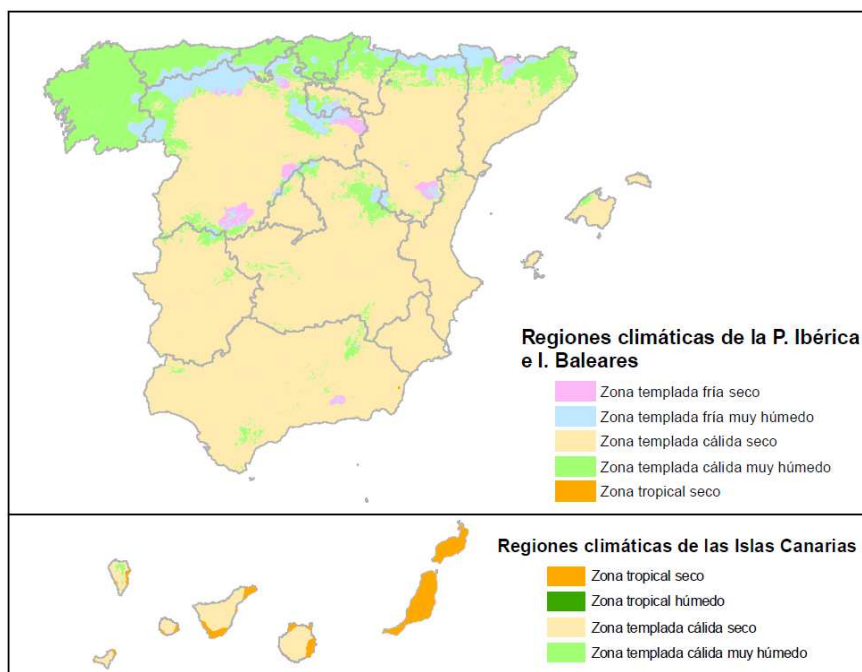


Figura 7.3.5.- Mapa de regiones climáticas por CCAA (Fuente; SIA)**Tabla 7.3.9.- Composición por clases climáticas de las superficies de las CCAA (Cifras en hectáreas)**

CCAA		Boreal		Templada fría		Templada cálida		Tropical			TOTAL
		Seca	Muy húmeda	Seca	Muy húmeda	Seca	Muy húmeda	Seca	Húmeda	Muy húmeda	
Andalucía	1	0	0	46.397	7.839	8.526.807	162.642	2.649	0	0	8.746.335
Aragón	2	0	0	129.181	352.196	3.955.105	331.880	0	0	0	4.768.362
Princip. de Asturias	3	0	0	205	240.471	205	813.627	0	0	0	1.054.508
Islas Baleares	4	0	0	0	0	463.651	22.620	0	0	0	486.271
Canarias	5	0	0	0	0	410.352	15.165	321.355	251	0	747.123
Cantabria	6	0	0	14.251	92.463	27.674	390.017	0	0	0	524.405
Castilla-La Mancha	7	0	0	13.225	76.266	7.462.365	389.528	0	0	0	7.941.384
Castilla y León	8	0	0	566.819	1.298.993	6.574.787	968.583	0	0	0	9.409.182
Cataluña	9	0	0	56.925	286.393	2.189.354	669.633	0	0	0	3.202.305
Comunidad Valenciana	10	0	0	0	0	2.307.641	14.127	68	0	0	2.321.836
Extremadura	11	0	0	760	11.561	3.985.641	142.716	0	0	0	4.140.678
Galicia	12	0	0	24	155.517	13.917	2.747.961	0	0	0	2.917.419
Comunidad de Madrid	13	0	0	3.716	22.663	740.358	35.500	0	0	0	802.237
Región de Murcia	14	0	0	0	0	1.127.499	125	422	0	0	1.128.047
C. Foral de Navarra	15	0	0	245	99.313	464.499	457.384	0	0	0	1.021.441
País Vasco	16	0	0	1.364	43.951	34.583	639.123	0	0	0	719.021
La Rioja	17	0	0	16.665	118.915	297.701	70.873	0	0	0	504.155
		0	0	849.777	2.806.541	38.582.139	7.871.504	324.494	251	0	50.434.709 ⁽¹⁾

(1): La cifra aquí referida difiere muy ligeramente de la dada en las tablas 7.1.1 y 7.1.2 y se debe al procedimiento de construcción del agregado por zonas climáticas de CCAA lo que conlleva al arrastre de ligeras diferencias que resultan en una pequeña variación en la estimación del total de la superficie nacional (diferencia, en todo caso, no significativa).

En la tabla 7.3.10 se muestran las superficies, según tipo de prácticas de gestión de suelos de cultivos leñosos, que inciden en la variación del depósito de carbono orgánico del

suelo (COS) y que han sido objeto de la aplicación de la metodología anteriormente descrita. La fuente de información utilizada sobre las superficies sometidas a prácticas específicas de gestión de suelo de cultivos leñosos ha sido la Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España (ESYRCE).

Tabla 7.3.10.- Prácticas gestión de suelo de cultivos leñosos (Cifras en ha)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Laboreo tradicional	1.106.440	998.690	948.581	831.382	788.991	738.798
Laboreo mínimo	2.011.111	2.130.361	2.164.751	2.225.032	2.173.514	2.162.630
Cubierta vegetal espontánea	751.210	855.861	951.071	955.911	1.041.055	1.087.910
Cubierta vegetal sembrada	30.933	31.056	35.849	51.530	32.079	27.274
Cubierta inerte	50.590	44.061	38.804	58.745	62.501	63.123
Sin mantenimiento	291.217	322.845	318.712	327.476	363.275	370.489
No laboreo	347.449	457.241	454.855	431.473	444.808	453.182
Total	4.588.950	4.840.115	4.912.623	4.881.549	4.906.223	4.903.406

Los resultados de cambios de stocks de carbono en cultivos leñosos, debidos a las prácticas mencionadas, y según las distintas clases climáticas, se reflejan en la Tabla 7.3.1 ya presentada más arriba.

7.3.4.2.- Tierras que pasan a ser cultivos

No se han contabilizado conversiones de otros usos de tierras a tierras de cultivo.

7.3.5.- Incertidumbre y coherencia de series temporales

La incertidumbre combinada de las prácticas de gestión de suelos y transiciones entre cultivos se estima en un 295%, derivada del siguiente desglose.

7.3.5.1.- Prácticas de gestión de suelos leñosos

Las superficies, provenientes de una fuente fiable como es ESYRCE, utilizadas para las prácticas de gestión de suelos leñosos tienen una incertidumbre del 5%. Sin embargo, al realizar el cálculo de la superficie que permanece en cada tipo de práctica conservadora, se introduce una incertidumbre adicional, por el hecho de que la superficie asignada en un año a cada práctica conservadora se estima como el mínimo de las superficies de dicha práctica en los 20 años posteriores; la incertidumbre de este componente se estima en un 20%.

Las incertidumbres estimadas para los parámetros utilizados son las indicadas en la tabla 3.3.4 de la GPG-LULUCF 2003 de IPCC para el clima templado seco, ya que es el más representativo en España. Para el factor de uso de la tierra (F_{UT}) la incertidumbre por defecto que se estima es 10%, para el factor de laboreo (F_{RG}) se estima en un 6% tanto para laboreo reducido como para las tierras sin labranza, mientras que para el factor de aporte de carbono orgánico (F_E) la incertidumbre es del 4% para el aporte bajo, y del 10% para el aporte alto no fertilizado.

Se asumen un crecimiento lineal del COS durante el periodo de transición (20 años) entre estados de COS estables. Esto añade una incertidumbre que se ha estimado en un 5%.

La incertidumbre final para la estimación de absorción de CO₂ debidas a las prácticas de gestión de suelos leñosos es del 346%.

7.3.5.2.- Transiciones entre cultivos

Los datos de superficies provienen de dos fuentes diferentes: Anuarios de Estadística Agroalimentaria y ESYRCE.

Las basadas en el Anuario, para el periodo 1950-2003, informan de las superficies totales por cultivo, estimándose su incertidumbre en un 5%. Adicionalmente, dado que el Anuario no aporta ni la procedencia ni el destino de la transición, se estima un incremento de la incertidumbre hasta el 30%, debido a la asignación de los destinos y procedencias. Mientras, para el periodo 2004-2011, las estadísticas provienen de ESYRCE, estimándose su incertidumbre en un 5%.

Al usarse como variable de actividad el acumulado de las superficies, en el periodo de ESYRCE, las ganancias de carbono están basadas en la historia de los años con información del Anuario. Por tanto, debe asumirse, conservadoramente, la incertidumbre del periodo 1950-2003 (datos Anuario), para todos los años de la serie inventariada.

Al factor de conversión de carbono, se le aplica una incertidumbre del 10% (rango entre 0,45 – 0,50). En el cálculo de incremento anual de biomasa de los cultivos se estima una incertidumbre del 30%. Por tanto, se obtiene una incertidumbre combinada para el carbono contenido en la biomasa viva del 32%.

Asumiendo los valores anteriores, para la estimación de fijación de CO₂ debidas a las transiciones entre cultivos se deriva una incertidumbre del 150%³⁷.

7.3.6.- Actividades de control y aseguramiento de la calidad

En esta edición del inventario se disponía de dos fuentes de información de estadísticas nacionales, por un lado, la Encuesta de Superficie y Rendimientos de Cultivos de España (ESYRCE) y, por otro, el AEM (Anuario de Estadística del MAGRAMA)³⁸. Ambas fuentes presentan unos niveles de correspondencia alta y manejan categorías similares, por lo que se han empleado en cuanto a cultivos leñosos y herbáceos, conceptos como el barbecho, que permite distinguir dentro de los cultivos herbáceos la superficie cultivada y la superficie en descanso.

³⁷ Este valor, extraordinariamente alto, se debe a que se está estimando el error relativo de las emisiones netas como diferencias de las emisiones y absorciones.

³⁸ AEM sustituye, a partir de 2008, al antiguo Anuario de Estadística Agroalimentaria (AEA) que recogía todas las estadísticas relevantes de la agricultura y de la ganadería.

Por lo que respecta a la determinación de las tasas de ganancia y pérdida de carbono aplicadas para el cálculo del balance del carbono en los depósitos de biomasa viva, éstas han sido estimadas a partir de la información aportada por expertos en la materia. Las tasas y datos de biomasa disponibles para algunas tipologías de cultivos se han podido contrastar con otros estudios, presentando estimaciones similares.

Finalmente, los algoritmos de estimación y los resultados de los cálculos han sido revisados por el grupo GT-USCC.

7.3.7.- Nuevos cálculos

Se ha actualizado la serie de superficies de cultivos leñosos bajo una práctica conservadora del suelo en función de la nueva información aparecida en ESYRCE. Esta información modifica el sumidero del depósito de COS.

7.3.8.- Mejoras planificadas

En cuanto a prácticas de gestión conservadoras de suelos, se plantea la extensión a los cultivos herbáceos de los procedimientos de estimación de los flujos de GEI que, actualmente, ya están implementados en el inventario para los cultivos leñosos. En el caso de los cultivos herbáceos, el reto a futuro es la obtención de la información de base en una forma apropiada para su posterior procesamiento de tales flujos. Así, se deberá recabar la información de los siguientes tres sistemas de gestión agrícola: agricultura integrada, agricultura ecológica y agricultura de conservación. La información se pretende que tenga, como desglose espacial, al menos el nivel de comunidad autónoma, que es al que se llega en las prácticas de conservación de suelos de cultivos leñosos. Como parte de este proceso se pretende revisar, a petición del ERT de la In Country Review 2011, la asignación de los factores de variación de reservas de COS a las distintas prácticas de conservación de los suelos en los cultivos leñosos.

Se sigue investigando la posibilidad de incluir en futuros inventarios los cálculos correspondientes a otros factores que influyen en el balance de carbono en los depósitos del suelo y de la materia orgánica muerta en tierras agrícolas, en especial caracterizando las tasas de descomposición. Con este propósito, en la estimación de las variaciones de las reservas de carbono en los suelos se podrían incluir en estos cálculos, si fuera posible disponer de dicha información, factores de variación de reservas específicos nacionales, en vez de utilizar valores por defecto de IPCC.

Por otra parte, se pretende precisar, para la categoría de otros cultivos leñosos, tasas y datos específicos desagregados por cada tipo de cultivo que ha sido necesario incorporar a esta categoría (es decir, frutales cítricos, frutales no cítricos y otros cultivos leñosos), con la finalidad de poder aportar resultados más detallados.

A la hora de realizar los cálculos del balance de carbono de la biomasa viva se investigará, como alternativa, el uso de funciones no lineales para la estimación de las tasas de acumulación y pérdida de biomasa viva.

A petición del ERT de la In Country Review 2011, se va a investigar si existen variaciones en el depósito de madera muerta y detritus. De ser posible probar su no ocurrencia, como recomienda el ERT, se sustituiría la etiqueta “NE” actual por “NO”.

Finalmente, a petición del EU ERT LULUCF (JRC), se va a investigar la existencia de incendios incontrolados que afecten a los cultivos leñosos.

7.4.- Pastizales (5C)

En esta sección se informa sobre las absorciones de carbono (CO₂) que tienen lugar, a lo largo del periodo inventariado 1990-2011, en los pastizales (GL). Estas absorciones tienen su origen en la conversión de tierras agrícolas (CL) a pastizal (GL), informándose de ellas en la categoría 5C2. Las absorciones vienen determinadas por la fijación neta de carbono orgánico de los suelos (COS) en las tierras convertidas de CL a GL.

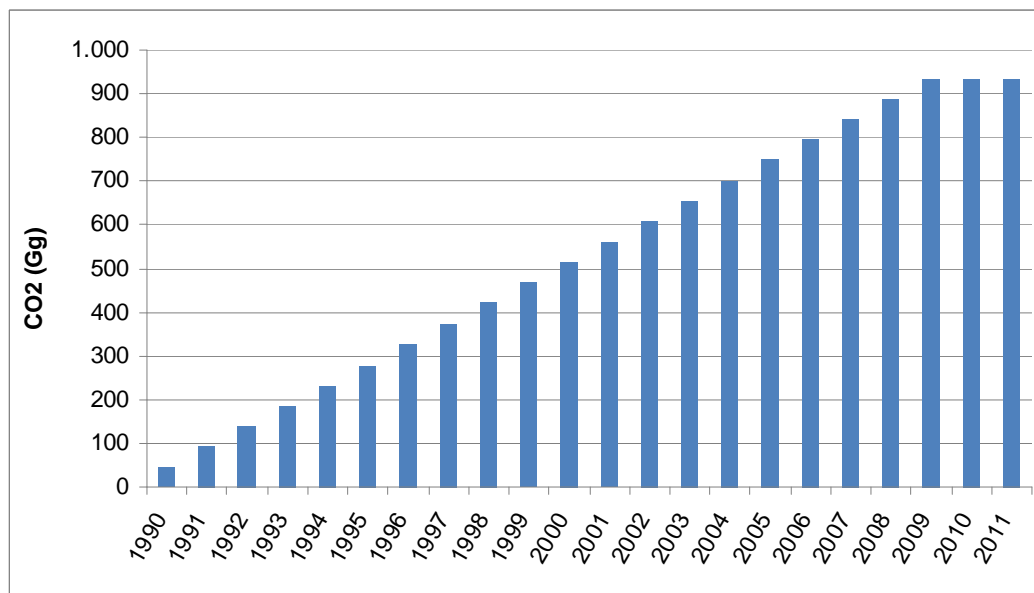
Estimación de las variaciones de carbono orgánico de los suelos

La cuantificación de la variación de carbono orgánico de los suelos (COS), a lo largo del periodo 1990-2011, en los pastizales provenientes de la conversión de tierras de cultivo, se muestra en la tabla 7.4.1 y se ilustra en la figura 7.4.1. Esta fijación de COS en las transiciones se considera que tiene lugar a lo largo de un periodo de 20 años, valor por defecto de GPG-LULUCF 2003 de IPCC, periodo en el que se asume las tierras pasan del COS de referencia inicial de las tierras de cultivo al COS final de los pastizales.

Tabla 7.4.1.- Emisiones (+) y absorciones (-) de CO₂ en los pastizales provenientes de tierras de cultivo (Cifras en Gg CO₂)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
-47	-280	-516	-749	-841	-888	-934	-934	-934

Figura 7.4.1.- Fijación de COS en los pastizales provenientes de tierras de cultivo
(Cifras en Gg de CO₂)



7.4.1.- Descripción de la categoría

Se consideran pastizales las tierras con cubierta herbácea, exentas de vegetación arbórea, y dedicadas habitualmente al pastoreo. También comprenden pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado, siempre que estas formaciones de arbolado adhesado no cumplan la definición de bosque (FL) ni sean clasificadas como tierras agrícolas (CL).

En esta categoría se consideran, en principio, tanto los pastizales que permanecen como tales, categoría 5C1, como las tierras de otros usos convertidas a pastizales, categoría 5C2. En las conversiones de otras tierras a pastizal sólo se han identificado en esta edición del inventario las procedentes de tierras agrícolas.

En los pastizales que se mantienen como tales no se considera que tengan lugar variaciones netas de carbono, ni en la biomasa viva ni en los suelos, mientras no cambien los sistemas de gestión del pastizal. En cuanto al cambio de uso, la única conversión a pastizales que se ha detectado procede de tierras agrarias, generalmente por abandono de las mismas, lo que hace que se establezca una cubierta herbácea perenne y que de forma progresiva aumente el carbono orgánico del suelo (COS) al no practicarse el laboreo.

7.4.2.- Información para la representación de las superficies

La información para la representación de la superficie de tierras agrícolas (CL) convertidas a pastizal (GL), categoría 5C2, se ha tomado de las explotaciones cartográficas de CORINE LAND COVER y del MFE50 considerando la superficie de pastizal a comienzos de 1990 y agregando cada año las conversiones de tierras agrícolas a pastizal. Estas conversiones entre el inicio de 1990 y el final de 2006 se han obtenido de las citadas

explotaciones cartográficas, asumiéndose para cada año del periodo 1990-2011 una tasa uniforme de conversión. Por su parte, la categoría de pastizales cede superficie a bosque (FL), a asentamientos (SL) y a “otras tierras” (OL), habiéndose estimado las superficies convertidas mediante las explotaciones cartográficas citadas.

7.4.3.- Usos y cambios de usos de la tierra: definiciones y sistema de clasificación

En el Apéndice 7.1 se presenta la triple correspondencia entre clases de uso del suelo UNFCCC con las de CORINE LAND COVER y MFE50. Esencialmente, los pastizales están formados por las siguientes clases de CORINE LAND COVER (siempre que, si en éstas se establece una diferenciación por FCC, el valor de este parámetro sea $< 20\%$):

- 231 (prados y praderas), 321 (pastizales naturales).
- 242 (mosaicos de cultivos), 243 (terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación natural), 244 (sistemas agroforestales).

Para estas categorías se realiza un desglose a un nivel superior de códigos de la codificación CORINE LAND COVER para discriminar la parte que corresponde a pastizales (GL) y la parte que corresponde a tierras agrícolas (CL).

7.4.4.- Metodología

7.4.4.1.- Pastizales que permanecen como pastizales

De acuerdo con la metodología de Nivel 1 de la GPG-LULUCF 2003 de IPCC, sólo deben considerarse los incrementos de carbono de los suelos, por tanto no se reportan cambios en la biomasa aérea. Los cambios de stocks de carbono en los suelos se deberían a los cambios en el sistema de gestión de dichos suelos, sin embargo, al no haber sido posible identificar hasta el momento dónde y qué cambios de gestión se han producido, no ha sido posible estimar los cambios de stocks de carbono en suelos de los pastizales que se mantienen como tales. Cabe señalar, en todo caso, que en los pastizales: i) no se realizan prácticas de *encalado* (adición de caliza a los suelos para corregir su acidez); ii) tampoco se realizan quemas, y iii) si se produce aplicación de fertilizantes, ésta queda englobada en el cálculo agregado del uso de fertilizantes en agricultura, por lo que las emisiones de GEI provenientes de los pastizales que permanecen como tales se consideran, de momento según la referida metodología de Nivel 1, en equilibrio neutro de carbono (etiqueta NE (BN))³⁹.

³⁹ NE (BN): No Estimado, asumiendo que se encuentra en Balance Neutro (BN) de carbono.

7.4.4.2.- Tierras que pasan a ser pastizales

Como resultado de la conversión de tierras de cultivo a pastizal, se asume que la vegetación anteriormente dominante es sustituida por un herbazal, por lo general no introducido por siembra. Se aplica la metodología de Nivel 1 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC y se considera que el uso anterior es un cultivo anual (por lo general de cereal), por lo que se estima que no hay pérdidas en la biomasa aérea dado que la biomasa del pastizal como promedio es del mismo orden o superior.

Los cambios en los stocks de carbono en el suelo (COS) vienen determinados por la combinación de dos factores básicos: i) el COS_{CL} de referencia de la clase de la tierra que se convierte (CL) y el COS_{GL} de referencia de la clase de tierra a la que se convierte (GL); y ii) por los factores de uso de la tierra (F_{UT}), de gestión de la tierra (F_{RG}) y de aportes a la tierra (F_E), que se aplican a la tierra de origen (CL) y a la tierra de destino (GL).

Las tasas anuales de emisión (fuentes) o de absorción (sumideros) se calculan, según se expresa en la ecuación 7.4.1 siguiente como la diferencia de las reservas (a lo largo del tiempo) entre el uso final y el inicial, dividida por el número de años del período que transcurre hasta que el cambio se hace estacionario (valor por defecto: 20 años)

Ecuación 7.4.1.- Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales para un solo sistema de pradera

(ecuación 3.4.8 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC)

$$\Delta C_{PP_{Minerales}}^t = \left[(COS_t^{GL} - COS_{t-T}^{CL}) \cdot S^t \right] / T$$

$$COS_t^{GL} = COS_{REF}^{GL} \cdot F_{UT}^{GL} \cdot F_{RG}^{GL} \cdot F_E^{GL}$$

$$COS_t^{CL} = COS_{REF}^{CL} \cdot F_{UT}^{CL} \cdot F_{RG}^{CL} \cdot F_E^{CL}$$

donde,

$\Delta C_{PP_{Minerales}}^t$ = variación en el año t de las reservas de carbono en los suelos minerales convertidos de cultivos a pastizales, en toneladas de C año⁻¹

COS_t^{GL} = reservas de carbono orgánico en el suelo de pastizal en el año t de inventario, en toneladas de C ha⁻¹

COS_{t-T}^{CL} = reservas de carbono orgánico en el suelo agrícola T años antes del inventario, en toneladas de C ha⁻¹

T = período de variación incremental neta de carbono en suelos convertidos de cultivo a pastizal, en años (valor por defecto: 20 años)

S^t = superficie acumulada de tierras convertidas de cultivo a pastizal en el año t del inventario (siendo $t-T < 20$), en ha

COS_{REF}^{GL} = reservas de carbono de referencia del pastizal, en toneladas de C ha⁻¹; véase tabla 7.4.2

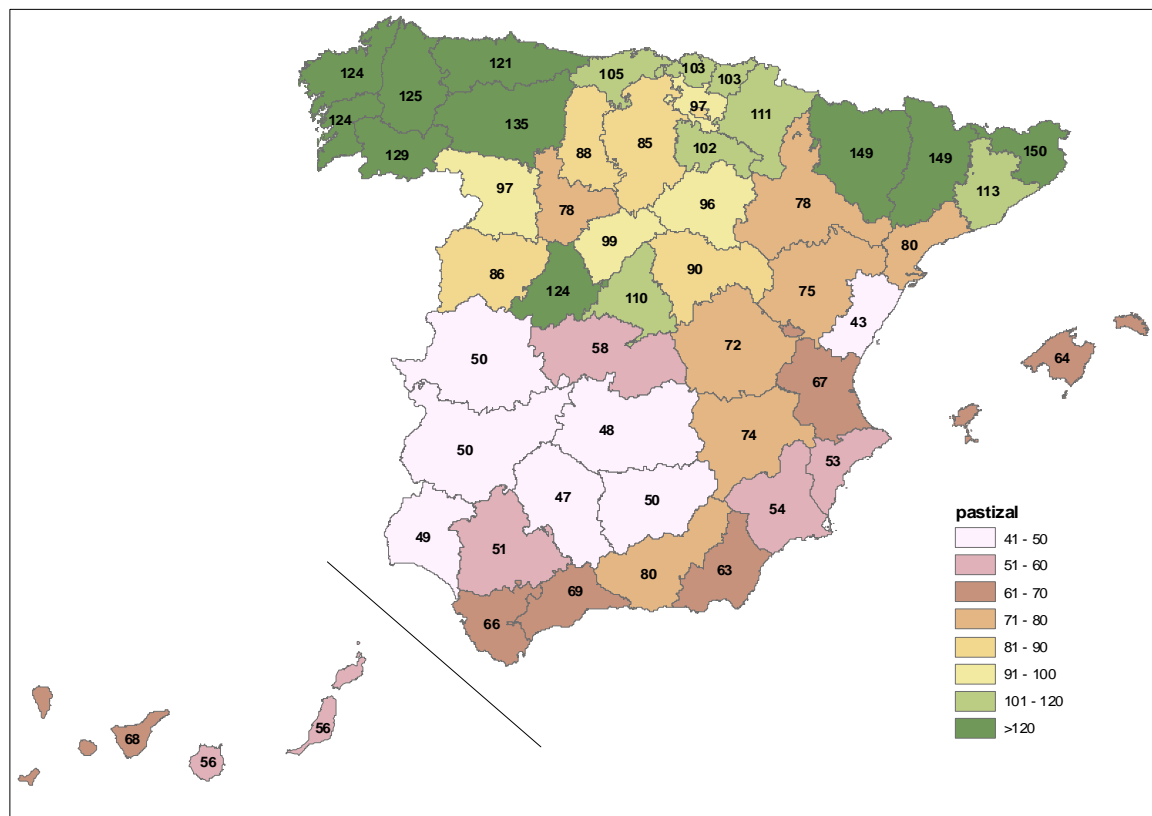
COS_{REF}^{CL} = reservas de carbono de referencia en tierras agrícolas, en toneladas de C ha⁻¹; véase tabla 7.4.2

F_{UT}^{GL}, F_{UT}^{CL} = factores de variación de las reservas para el uso de la tierra en pastizal y en uso agrícola respectivamente; véase tabla 7.4.2

F_{RG}^{GL}, F_{RG}^{CL} = factor de variación de las reservas para el régimen de gestión en pastizal y en uso agrícola respectivamente; véase tabla 7.4.2

F_E^{GL}, F_E^{CL} = factor de variación de las reservas para el aporte de materia orgánica en pastizal y en uso agrícola respectivamente; véase tabla 7.4.2

El valor de COS_{REF}^{GL} se ha calculado a partir de la información de base del mapa de carbono orgánico en pastizales elaborado por la Fundación CEAM (CEAM) a partir de la base de datos de perfiles del suelo del MAGRAMA y que se presenta en la figura 7.4.2 con desglose por provincias (NUTS 3). Para obtener un valor medio nacional se ha ponderado los valores de COS provinciales de dicho mapa por las superficies de pastizales derivadas de la cartografía para el año 1990. Un tratamiento similar para obtener un valor medio nacional de COS_{REF}^{CL} se ha realizado a partir de la información de base de los datos provinciales de carbono orgánico en suelos agrícolas desglosados por provincias, ponderando los valores provinciales por las superficies de cultivo derivadas de la cartografía para el año 2006. El mapa, con los valores de COS_{REF}^{CL} , es el que aparece en la figura 7.2.9 de la sección anterior “7.2.- Sistemas forestales. Bosques (5A)” de este capítulo. Los valores medios nacionales de COS_{REF}^{GL} (94,5 t C/ha) y COS_{REF}^{CL} (71 t C/ha) se muestran, más adelante, en la segunda fila de la tabla 7.4.2.

Figura 7.4.2.- Mapa de COS (t C/ha) en pastizales (hasta 1 m. de profundidad)⁴⁰⁾

Fuente: CEAM para Península y Baleares. Elaboración propia a partir de GPG-LULUCF 2003 de IPCC para Canarias.

Los factores de uso de la tierra, de gestión de la tierra y de aportes a la tierra, tanto para el uso inicial (tierra agrícola), como para el uso final (pastizal), se presentan en la tabla 7.4.2. La referencia original de dichos parámetros es la GPG-LULUCF 2003 de IPCC (tablas que se indican en las notas de la citada tabla 7.4.2), habiéndose basado la selección de los valores de los parámetros en el juicio de expertos nacionales del GT-USCC.

⁴⁰⁾ Para estar en consonancia con lo requerido en las guías de IPCC y a petición del ERT de la In-Country Review 2011, se pretende obtener los valores de COS hasta 30 cm de profundidad. Este trabajo está, en cualquier caso, afectado por la reclasificación de las superficies por usos que se ha comentado en el apartado de "Mejoras planificadas" (pg.7.5 de este documento).

Tabla 7.4.2.- Valores seleccionados para la aplicación del Nivel 1 en la estimación de los cambios de stock en el carbono de los suelos agrícolas tras la conversión a pastizales

Parámetro	Valor inicial (tierra agrícola)	Valor final (pastizal)	Unidad
Superficie convertida anualmente	6.109 ⁽¹⁾		ha
COS _{REF}	71 ⁽²⁾	94,5 ⁽²⁾	Toneladas C ha ⁻¹
Factor Uso de la Tierra (F _{UT})	0,93 ⁽³⁾	1 ⁽⁴⁾	Adimensional
Factor Gestión (F _{RG})	1 ⁽⁵⁾	1,14 ⁽⁶⁾	Adimensional
Factor Aporte (F _E)	1 ⁽⁷⁾	1 ⁽⁸⁾	Adimensional

(1) Véase dato de 1990 en la tabla 7.1.2.

(2) Valores ya comentados en la exposición metodológica que precede a esta tabla.

(3) Véase tabla 3.3.4 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC (identificador de fila: Nivel "Barbecho menos de 20 años"; Régimen de temperatura "Clima templado y tropical"; Régimen de humedad "Seco"; Error = ± 10%; identificador de columna: valor por defecto de GPG-LULUCF 2003 de IPCC)

(4) Véase tabla 3.4.5 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC (identificador de fila: Nivel "Todos"; Régimen climático "Todos"; Error = NA; identificador de columna: valor por defecto de GPG-LULUCF 2003 de IPCC)

(5) Véase tabla 3.3.4 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC (identificador de fila: Nivel "Completo"; Régimen de temperatura "Clima templado"; Régimen de humedad "Seco/Húmedo"; Error = NA; identificador de columna: valor por defecto de GPG-LULUCF 2003 de IPCC)

(6) Véase tabla 3.4.5 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC (identificador de fila: Nivel "Pradera mejorada"; Régimen climático "Templado/Boreal"; Error = ± 10%; identificador de columna: valor por defecto de GPG-LULUCF 2003 de IPCC)

(7) Véase tabla 3.3.4 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC (identificador de fila: Nivel "Medio"; Régimen de temperatura "Templado"; Régimen de humedad "Seco/Húmedo"; Error = NA; identificador de columna: valor por defecto de GPG-LULUCF 2003 de IPCC)

(8) Véase tabla 3.4.5 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC (identificador de fila: Nivel "Nominal"; Régimen climático "Todos"; Error = NA; identificador de columna: valor por defecto de GPG-LULUCF 2003 de IPCC)

Se considera que esta conversión se produce en tierras agrícolas de cultivos de secano en las que se realizaban cultivos anuales, por lo general de cereales. La conversión es por tanto de tierras agrícolas a pastizales (CL a GL). Se estima que esta conversión entre el año 1990 y el año 2006 fue de 103.849 ha, por lo que se atribuye una conversión anual de 6.109 ha/año entre dichos años, promedio que se mantiene después hasta el año 2011.

La información sobre la variable de actividad, es decir, sobre las tierras agrícolas convertidas a pastizales a lo largo del periodo inventariado se muestra en la tabla 7.4.3 siguiente en la que se presentan las cifras en términos acumulados al año de referencia.

Tabla 7.4.3.- Tierras convertidas a pastizales (GL transición) a partir de CL (Cifras en ha acumuladas al año)

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
CL → GL	6.109	12.218	18.326	24.435	30.544	36.653	42.761	48.870	54.979	61.088	67.196

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
CL → GL	73.305	79.414	85.523	91.631	97.740	103.849	109.958	116.067	122.175	122.175	122.175

7.4.5.- Incertidumbre y coherencia de series temporales

La incertidumbre de la superficie convertida de CL a GL es la asociada a la conversión de tierras entre CLC90 y CL06, cuantificada en un 20%. Esta incertidumbre es mayor que la que se presentará en las conversiones de CL a SL (10%), pese a tener una misma fuente de información, pues se considera el paso CL a GL menos discernible en las cartografías.

La incertidumbre de los datos de COS, valores medios nacionales (datos anuales por CCAA ponderados por la superficie), se estima en un 200%.

La incertidumbre global para las absorciones debidas al paso de CL a GL se estima en un 607%⁴¹.

7.4.6.- Actividades de control y aseguramiento de la calidad

Se ha contrastado con la información presentada en la edición anterior del inventario que la superficie de tierras de cultivo convertida a pastizal se mantiene en un valor bastante similar en lo que se refiere a la tasa de conversión anual, y por tanto, al agregado de tierra convertida, salvedad hecha de que en esta edición la serie inventariada cubre también el año 2011, es decir, un año más que el informado en la edición anterior del inventario.

Para los parámetros de referencia de carbono orgánico en suelos (COS) en el uso anterior a la conversión, el correspondiente a tierras agrícolas (COS_{REF}^{CL}), y en el uso tras la conversión a pastizal (COS_{REF}^{GL}), se han tomado las mejores fuentes de referencia entre la amplia documentación técnica examinada.

7.4.7.- Nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos con respecto al envío anterior.

7.4.8.- Mejoras planificadas

La principal línea de mejora que afecta a esta actividad es la reasignación de las superficies a los distintos usos del suelo, comentada en “Mejoras planificadas” (pg. 7.5), ya que gran parte de la superficie actualmente asignada a OL pasará probablemente a ser considerada como GL. Esta modificación requerirá volver a estimar el valor de COS para los pastizales.

Finalmente, a requerimiento del ERT se está estudiando la inclusión de las emisiones de CH₄ y N₂O debidas a los incendios.

7.5.- Humedales (5.D)

En esta sección debe informarse sobre los eventuales flujos de GEI que tienen lugar en los humedales (WL), tanto en la categoría 5D1 de humedales que se mantienen como tales, como en la categoría 5D2 de tierras convertidas a humedales. Las GPG-LULUCF requieren que se informe de las emisiones/absorciones de las áreas que se convierten en

⁴¹ Este valor, extraordinariamente alto, se debe a que se está estimando el error relativo de una diferencia de dos variables (COS de GL y COS de CL) con incertidumbres altas. A petición del ERT de la In-Country Review 2011, se está trabajando en una estimación de las incertidumbres usando un enfoque de nivel 2.

humedales, y pueden hacerlo de forma agregada si no hay datos disponibles para cada uso del suelo específico. Los países no tienen que informar de humedales que permanecen como tales, al ser ésta una categoría cuyas metodologías se describen en los apéndices de las GPG-LULUCF.

En esta edición del inventario no se han identificado cambios en las superficies de humedales, por lo que las 84.009 ha. de tierras clasificadas como humedales permanecen como tales durante toda la serie temporal 1990-2011.

7.5.1.- Descripción de la categoría

Según la GPG-LULUCF 2003 de IPCC, se consideran humedales todas las superficies cubiertas o saturadas del agua durante la totalidad o parte del año. Esta definición es conforme con la dada en el epígrafe 7.1.1 respecto a esta categoría de uso del suelo. No obstante, y como se especificará con más detalle en el epígrafe 7.5.3, la cobertura de tierras consideradas dentro de esta clase en el inventario es relativamente limitada y se concreta a los siguientes tipos de cobertura de la tierra: humedales y zonas pantanosas, turberas y prados turbosos, y marismas. El establecimiento de esta cobertura limitada ha tenido por objeto concretar los humedales a aquellas zonas cubiertas o saturadas de agua donde la presencia de vegetación sea importante y como consecuencia de ello los flujos de metano y óxido nítrico.

7.5.2.- Información para la representación de las superficies

La información para la representación de la superficie de los humedales (WL) se ha tomado de las explotaciones cartográficas de CORINE LAND COVER y del MFE50, considerando la superficie de humedal a comienzos de 1990. No se han identificado cambios en dicha superficie, por lo que la superficie se mantiene uniforme a lo largo del periodo inventariado.

7.5.3.- Usos y cambios de usos de la tierra: definiciones y sistema de clasificación

En el Apéndice 7.1 se presenta la triple correspondencia entre clases de uso del suelo UNFCCC con las de CORINE LAND COVER y MFE50. Esencialmente, los humedales, según el criterio restringido adoptado para los mismos en el inventario, están formados por las siguientes clases de CORINE LAND COVER:

- 411 (humedales y zonas pantanosas), 412 (turberas y prados turbosos), 421 (marismas).

7.5.4.- Metodología

No se ha implementado todavía una metodología para la estimación de las potenciales emisiones y absorciones de los humedales que permanecen como tales. Es por ello que no

se reporta ninguna estimación de emisiones y absorciones para esta categoría en la actual edición del inventario.

7.5.5.- Incertidumbres y coherencia de series temporales

En cuanto a la superficie de humedales que se mantienen como tales, la serie se considera temporalmente homogénea. No son previsibles cambios en la superficie de esta clase de uso del suelo, en el sentido limitado de este uso del suelo que se emplea en el inventario.

Al no haberse realizado estimación de emisiones y absorciones en esta actividad, no se han estimado su incertidumbre.

7.5.6.- Actividades de control y aseguramiento de la calidad

No se han realizado actividades específicas relacionadas con este punto, salvo en la consideración de los datos de superficie que sí se consideran contrastados.

7.5.7.- Nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos con respecto al envío anterior.

7.5.8.- Mejoras planificadas

De acuerdo con lo comentado en el apartado 7.5.1 se pretende, para una edición futura del inventario, desarrollar un procedimiento de estimación para las emisiones y absorciones de metano y óxido nitroso en los humedales que permanecen como tales.

7.6.- Asentamientos (5.E)

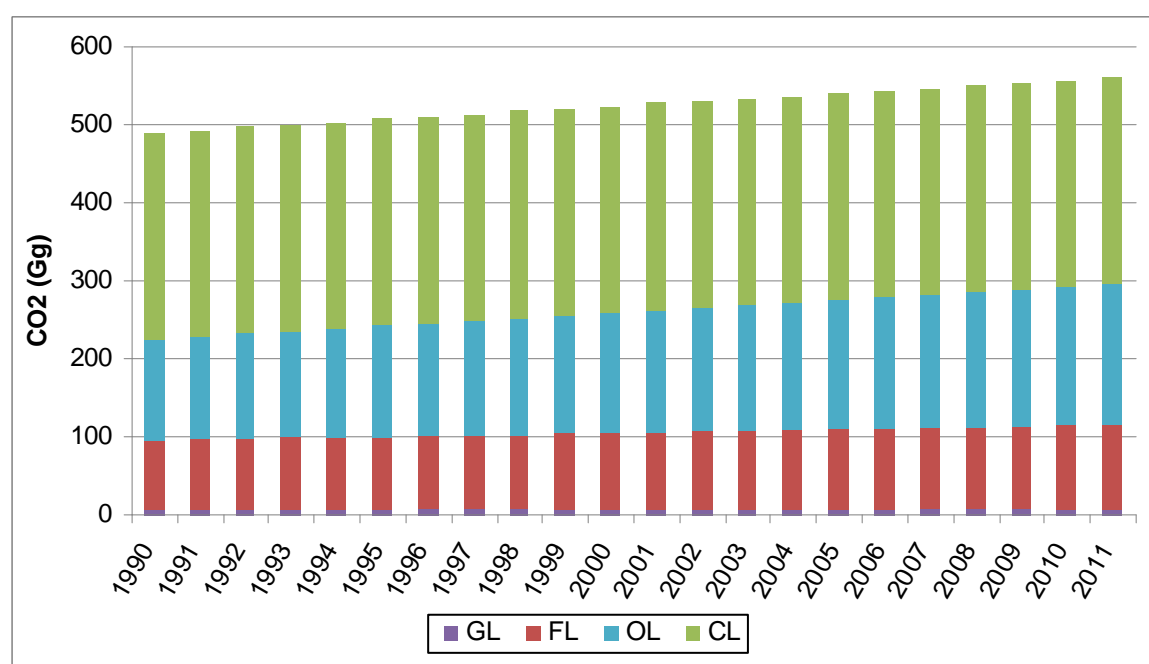
Según las GPG LULUCF no es necesario informar de los cambios de stock de C y las emisiones de gases distintos del CO₂ en la categoría de asentamientos que permanecen como asentamientos. Sin embargo, sí debe informarse de los cambios de stock y emisiones derivadas de conversión de otros usos a asentamientos, teniendo particular relevancia la transformación de bosque en asentamiento.

Por tanto, en esta sección se informa sobre las emisiones de carbono (CO₂) originadas por la conversión de otras tierras (FL, CL, GL y OL) a asentamientos (SL). La emisión se ha calculado para cada año del periodo inventariado, 1990-2011, sobre la base de la variación de carbono en los siguientes depósitos: i) biomasa viva (aérea y subterránea), ii) detritus, iii) madera muerta, y iv) COS.

En la tabla 7.6.1 y en la figura 7.6.1 se muestra la evolución de las emisiones de CO₂ originadas, a lo largo del periodo inventariado 1990-2011, por la conversión de FL, CL, GL y OL a asentamientos (SL).

Tabla 7.6.1.- Emisiones (+) y absorciones (-) de CO₂ en la conversión de tierras a asentamientos (Cifras en Gg de CO₂)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
FL	89	94	99	103	105	106	107	108	109
CL	264	264	264	264	264	264	264	264	264
GL	7	7	7	7	7	7	7	7	7
OL	130	142	154	166	171	173	176	178	181
TOTAL	490	507	524	540	547	551	554	557	561

Figura 7.6.1.- Emisiones de CO₂ en la conversión de tierras a asentamientos (Cifras en Gg de CO₂)

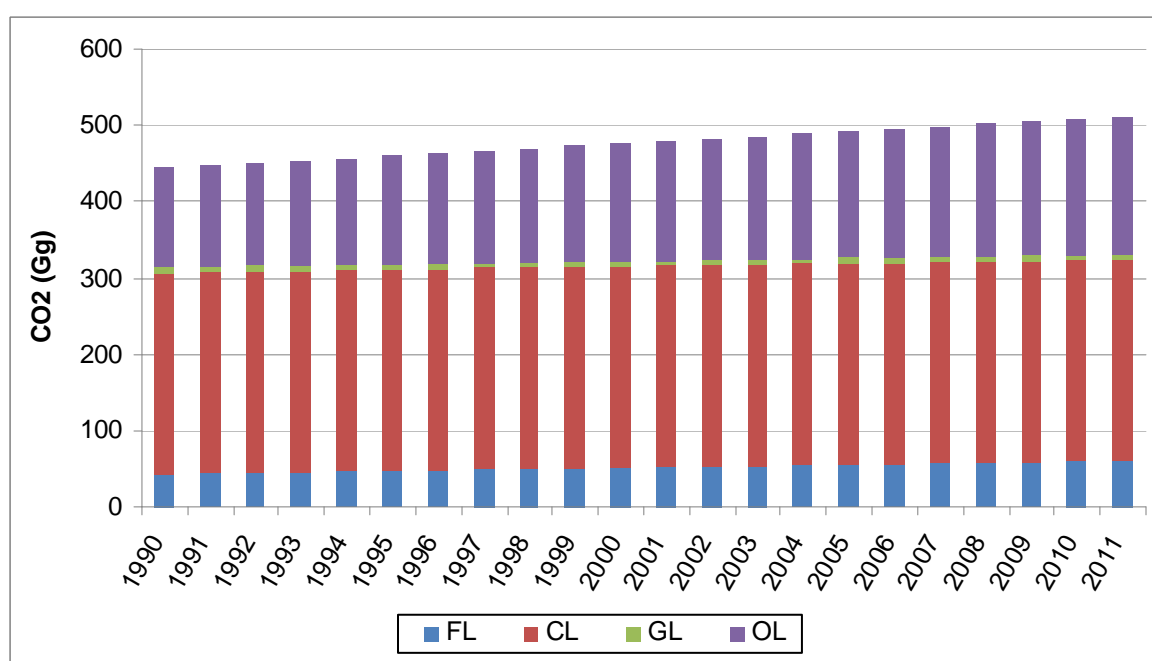
Estimación de las variaciones de los stocks de carbono en los depósitos de biomasa viva

De los depósitos anteriormente indicados se presenta a continuación el de la biomasa viva cuyas variaciones se muestran en la tabla 7.6.2 y figura 7.6.2. En las variaciones de este depósito de carbono contribuyen las cuatro categorías de origen del cambio con destino a asentamientos, en contraste con los otros depósitos (madera muerta, detritus y COS) en los que sólo interviene la transición de FL a SL. También puede observarse que las variaciones en este depósito son dominantes en el conjunto de variaciones de todos los depósitos (véase tabla 7.6.2 con relación a la tabla 7.6.1).

Tabla 7.6.2.- Emisiones (+) y absorciones (-) de CO₂ en los depósitos de biomasa viva
(Cifras en Gg de CO₂)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
FL	43	47	51	55	57	58	58	59	60
CL	264	264	264	264	264	264	264	264	264
GL	7	7	7	7	7	7	7	7	7
OL	130	142	154	166	171	173	176	178	181
TOTAL	444	460	476	492	499	502	505	508	512

Figura 7.6.2.- Emisiones (+) y absorciones (-) de CO₂ en el depósito de biomasa viva
(Cifras en Gg de CO₂)

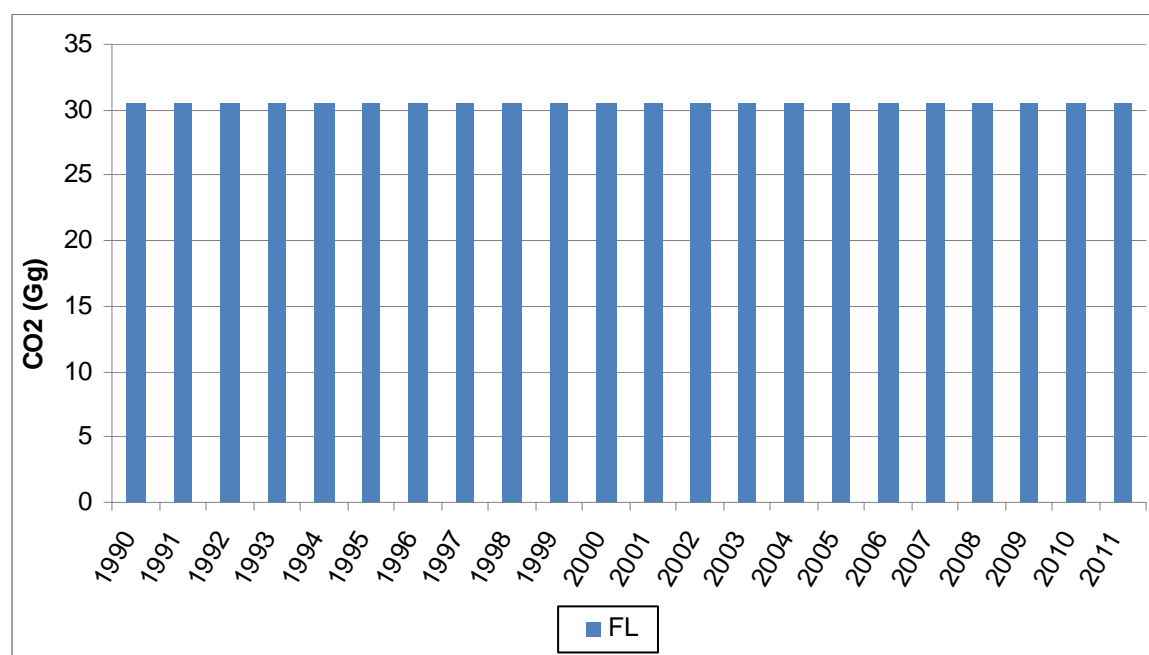


Estimación de las variaciones de carbono en el depósito de carbono orgánico de los suelos (COS)

De los depósitos anteriormente indicados se presenta a continuación el del carbono orgánico de los suelos (COS) cuyas variaciones se muestran en la tabla 7.6.3 y figura 7.6.3. En el cálculo de las variaciones de este depósito de carbono se ha estimado únicamente la contribución de la transición de FL a SL, pues para las restantes categorías de origen (CL, GL y OL) está todavía en proceso el contraste de las variables y parámetros representativos para el algoritmo de estimación de los flujos de GEI de este depósito.

Tabla 7.6.3.- Emisiones de CO₂ en los depósitos de COS (Cifras en Gg de CO₂)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
FL	31	31	31	31	31	31	31	31	31
CL	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
GL	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
OL	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Total	31	31	31	31	31	31	31	31	31

Figura 7.6.3.- Emisiones (+) y absorciones (-) de CO₂ en los depósitos de COS (Cifras en Gg de CO₂)

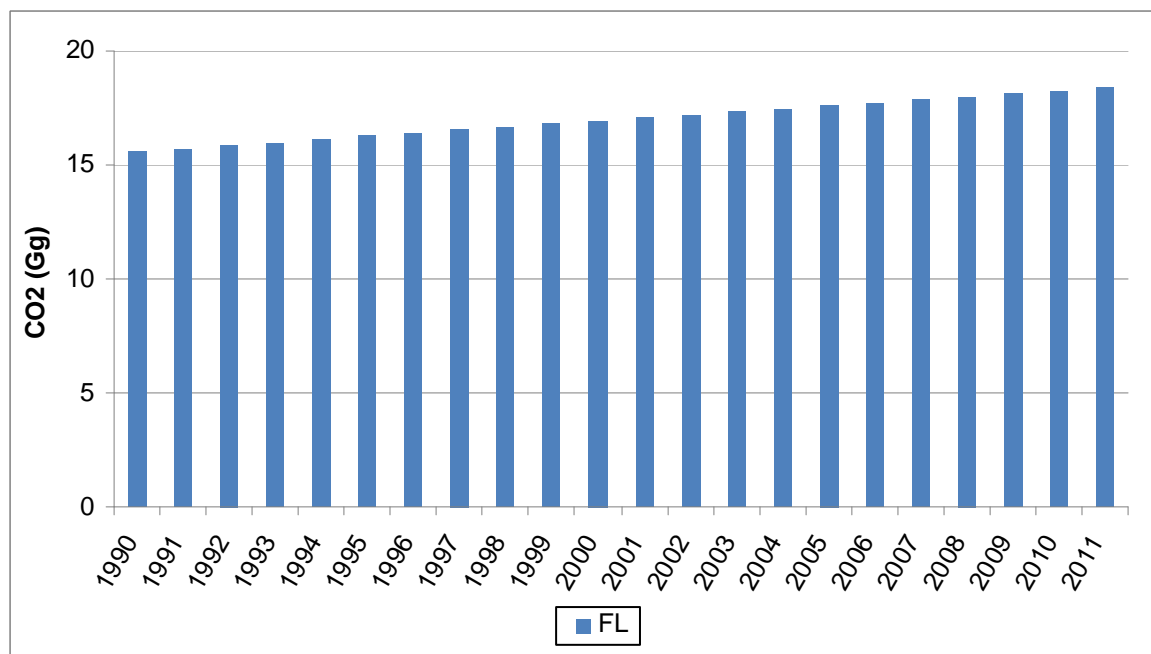
Estimación de las variaciones de carbono en los depósitos de detritus y madera muerta

De los depósitos anteriormente indicados se presenta a continuación el de detritus y madera muerta cuyas variaciones se muestran en la tabla 7.6.4 y figura 7.6.4. En el cálculo de las variaciones de estos depósitos de carbono se ha estimado únicamente la contribución de la transición de FL a SL, pues para las restantes categorías de origen (CL, GL y OL) está todavía en proceso el contraste de las variables y parámetros representativos para el algoritmo de estimación de los flujos de carbono de estos depósitos.

Tabla 7.6.4.- Emisiones de CO₂ en los depósitos de detritus y madera muerta (Cifras en Gg de CO₂)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
FL	16	16	17	18	18	18	18	18	18
CL	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
GL	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
OL	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Total	16	16	17	18	18	18	18	18	18

Figura 7.6.4.- Emisiones de CO₂ en los depósitos de detritus y madera muerta (Cifras en Gg de CO₂)



7.6.1.- Descripción de la categoría

El uso del suelo de Asentamientos, o artificial, (SL), comprende toda la tierra desarrollada, con inclusión de la infraestructura de transporte y los asentamientos humanos de todo tamaño, a menos que estén incluidos en otras categorías.

En esta categoría se consideran, en principio, tanto los asentamientos que se mantienen como tales, categoría 5E1, como las tierras de otros usos convertidas a asentamientos, categoría 5E2. En las conversiones de otras tierras a asentamientos se han identificado las procedentes de bosques (FL), de tierras agrícolas (CL), de pastizales (GL) y de otras tierras (OL).

7.6.2.- Información para la representación de las superficies

La información para la representación de las superficies de bosque (FL), de tierras agrícolas (CL), de pastizales (GL) y de otras tierras (OL) convertidas a asentamientos (SL), categoría 5E2, se ha tomado de las explotaciones cartográficas de CORINE LAND COVER y del MFE50. Estas conversiones entre el inicio de 1990 y el final de 2006 se han obtenido de las citadas explotaciones cartográficas, asumiéndose para cada año del periodo 1990-2011 una tasa uniforme de conversión. No se han identificado conversiones de asentamientos a otros usos de la tierra.

La superficie de asentamientos experimenta un crecimiento de 430 kha a lo largo del periodo 1990-2011, cifra a la que contribuyen las conversiones a asentamientos de tierras

de cultivo (317), pastizales (50), otras tierras (71) y bosques (12). El incremento anual a lo largo de la serie temporal considerada de aproximadamente unas 20,5 kha.

7.6.3.- Usos y cambios de usos de la tierra: definiciones y sistema de clasificación

En el Apéndice 7.1 se presenta la triple correspondencia entre clases de uso del suelo UNFCCC con las de CORINE LAND COVER y MFE50. Esencialmente, los asentamientos están formados por las siguientes clases de CORINE LAND COVER:

- 111 (tejido urbano continuo), 112 (tejido urbano discontinuo), 121 (zonas industriales y comerciales), 122 (redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados), 123 (zonas portuarias), 124 (aeropuertos), 133 (zonas en construcción), 141 (zonas verdes urbanas), 142 (instalaciones deportivas y recreativas).

Como excepción, se señalan dentro del grupo 1 de CORINE LAND COVER las clases 131 “zonas de extracción minera” y 132 “escombreras y vertederos” que en el inventario se han asignado a la categoría “otras tierras” (OL).

7.6.4.- Metodología

7.6.4.1.- Asentamientos que permanecen como asentamientos

Dado que las metodologías para la estimación de las fuentes y sumideros en los asentamientos que permanecen como asentamientos se encuentran todavía en desarrollo por parte de IPCC, (se incluyen como un Anexo en GPG-LULUCF 2003 de IPCC), no se ha abordado la estimación de emisiones o absorciones de esta categoría.

7.6.4.2.- Tierras que pasan a ser asentamientos

Como se comentó anteriormente, se informa sobre las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) originadas por la conversión de otras tierras (FL, CL, GL y OL) a asentamientos (SL). La emisión se ha calculado para cada año del periodo inventariado, 1990-2011, sobre la base de la variación de carbono en los siguientes depósitos: i) biomasa viva (aérea y subterránea), ii) detritus, iii) madera muerta, y iv) COS.

Es importante resaltar una particularidad sobre este cambio de uso que lo diferencia del resto de cambios de uso de LULUCF. En el resto de cambios de uso se toma por defecto, como propone IPCC, un valor de 20 años de periodo de transición entre el estado original del depósito y el final. Sin embargo, el paso a asentamientos implica una acción humana directa y rápida sobre un entorno (construcción de viviendas, líneas de comunicación...). Esta acción produce efectos que tardan menos de un año en ser

completos⁴². Por tanto, se ha optado por tomar 1 año como periodo de tránsito a asentamientos.

Variaciones en el depósito de biomasa viva

La biomasa viva que se elimina en la conversión de las clases de uso más arriba citadas a asentamientos depende de la clase de uso inicial. El cálculo de la variación del depósito de biomasa, medido en términos de carbono, se calcula de acuerdo con la ecuación 7.6.1 que figura más abajo, realizándose después la conversión a flujos en términos de CO₂ multiplicando por el factor de expansión (44/12) de masa de carbono a masa de CO₂.

Ecuación 7.6.1.- Cálculo de la variación de carbono de la biomasa en la conversión de tierras a asentamientos (SL)

$$\Delta C_{X \rightarrow SL}^B = \sum_X A_{X \rightarrow SL} (C_X^B - C_{SL}^B)$$

$$\Delta C_{X \rightarrow SL}^B = \sum_X A_{X \rightarrow SL} \cdot C_X^B$$

donde,

$\Delta C_{X \rightarrow SL}^B$ = Variación del depósito de carbono en la biomasa debido al cambio de uso de la categoría X a asentamiento SL; y donde X = FL, CL, GL y OL (t C/año).

$A_{X \rightarrow SL}$ = Superficie de la clase de uso X que se convierte a SL (ha/año).

C_X^B = Depósito de carbono en la biomasa de la clase X que se convierte a SL (t C ha⁻¹).

C_{SL}^B = Depósito de carbono en la biomasa del asentamiento (t C ha⁻¹) (que por defecto se va a suponer igual a cero).

El término C_X^B es el que se corresponde con los factores por hectárea del carbono contenido en la biomasa viva de las distintas clases de usos X (FL, CL, GL y OL) de la tierra que se convierten a asentamientos. En la tabla 7.6.5 siguiente se presentan los valores seleccionados (y la incertidumbre asociada) para estos factores indicándose sus fuentes de procedencia.

⁴² Por ejemplificar el caso, tomemos la construcción de una carretera. En este proceso tanto la biomasa viva como los depósitos de madera muerta y detritus son retirados en las primeras fases del proyecto. En el caso del COS, los movimientos de tierra producen una pérdida del mismo, pérdida que no continua al ser cubierta la tierra con el asfalto.

Variaciones en el depósito de carbono orgánico de suelos (COS)

En cuanto a la variación del depósito de carbono orgánico de los suelos se ha considerado únicamente en la estimación la transición de FL a SL. Con relación al COS originalmente presente en el suelo de FL, se ha estimado que una fracción mayoritaria del mismo se conserva en la nueva categoría de uso del suelo (SL), siguiendo las prácticas, cada vez más extendidas, de protección de la superficie y volumen del suelo que es objeto de conversión de FL a SL. De la investigación de las referencias técnicas se ha inferido que un 80% del COS permanece, lo que implica una pérdida del 20% del depósito⁴³.

Variaciones en los depósitos de detritus y madera muerta

En cuanto a la variación de los depósitos de detritus y madera muerta se ha considerado únicamente en la estimación la transición de FL a SL.

Por lo que respecta a la variación del depósito de detritus, la estimación realizada del depósito en FL es de 4,25 t C / ha, valor que se ha derivado de las referencias del NIR de Portugal del año 2010, tabla 7.19 "Litter biomass stocks by forest type", como media de los valores reflejados para el bosque de "Pinus Pinaster", 5 tC/ha, y para el bosque de "Quercus", 3,5 t C/ha, que pueden considerarse más representativos del bosque español. Todo este depósito de detritus se asume que se pierde, en su totalidad, en la transición de FL a SL.

Por lo que respecta a la variación del depósito de madera muerta la estimación se ha realizado en función de la biomasa viva por hectárea (Gt) en los bosques que permanecen como bosques (véase epígrafe 7.2.4.1.1), aplicando sobre dicho valor un coeficiente de escala, seleccionado de las referencias técnicas bibliográficas consultadas, con un valor que se sitúa en 0,1664. Esta ratio se ha obtenido ponderando las superficies de bosque arbolado, que según el tipo de masa principal aparecen en la tabla 2.4 del Anuario de Estadística Forestal 2007 (IFN3) diferenciadas entre "coníferas"(6.374.650 ha), "frondosas" (8.567.942 ha) y "mixtas" (3.498.643 ha), por los correspondientes ratios de madera muerta a biomasa viva que aparecen en la tabla 3.2.2 de la GPG-LULUCF 2003 de IPCC diferenciados entre bosques perennifolios (0,20) y bosques caducifolios (0,14) y tomado para los bosques mixtos un ratio medio de 0,17. El valor del depósito de madera muerta así calculado para FL se transforma a masa de carbono aplicando el coeficiente estándar de 0,5 t C / t m.s. Todo este depósito de madera muerta se asume que se pierde, en su totalidad, en la transición de FL a SL.

⁴³ Entre estas referencias técnicas cabe citar la "Memoria Medioambiental 2009" de ADIF. En concreto, en el capítulo 17 "Desempeño ambiental", se presenta como objetivo 4 "Preservación de suelos" las referencias de volumen de tierra vegetal que se conserva apta para restauración en obras, véase también gráfico 14. La referencia puede consultarse en http://www.adif.es/es_ES/conoceradif/doc/CA_MS_03_Medioambiental-es.pdf.

7.6.5.- Incertidumbres y coherencia de series temporales

La incertidumbre combinada estimada para la emisión de CO₂ debida al cambio de cualquier uso a asentamiento es del 43%. A continuación se detallan cada una de las variables que se consideran en el paso a asentamientos.

A los datos de superficie de tierras convertidas a SL se les atribuye una incertidumbre del 10%, debida a las diferencias entre CLC06 y CLC90.

7.6.5.1.- Pérdida de biomasa viva

La incertidumbre combinada de las conversiones de tierras a asentamiento, para la pérdida de biomasa aérea, se estima en un 45%.

FL

Se toma la misma incertidumbre que se ha estimado para el bosque que permanece como bosque, incrementada en un factor de 1,2, ya que el dato nacional se estima a partir de las medias de biomasa de cada provincia. Además, se considera que se pierde el total de la biomasa viva del bosque, lo cual añade una incertidumbre del 20%. La incertidumbre resultante para la pérdida de biomasa viva en FL a SL es del 48%.

CL y GL

Se toma una incertidumbre del 75%, tal como se refleja en las tablas 3.4.2 y 3.4.8 de GPG-LULUCF 2003 de IPCC.

OL

El estimador central de OL se toma igual a la mitad del G_t de FL. La incertidumbre del 58%, es la resultante de composición de la incertidumbre del G_t de FL (48%) por un factor de escala de 1,2.

7.6.5.2.- COS

Se considera, exclusivamente, el paso de FL a SL. Como se expuso anteriormente, a la superficie en cambio se le aplica una incertidumbre del 10%. A la información existente de depósito de COS se le asigna una incertidumbre del 200% y, al factor de pérdida de carbono por este cambio de suelo un 100%. Por tanto, la incertidumbre combinada final para el cambio de COS se estima en un 224%.

7.6.5.3.- Pérdida de stock de madera muerta

Se considera, exclusivamente, el paso de FL a SL. Para la superficie, igualmente, se considera una incertidumbre del 10%. En la estimación del total de la biomasa se toma una incertidumbre del 48%, explicada, anteriormente, en la sección de pérdidas de biomasa.

Para el factor de paso de biomasa viva a biomasa muerta se toma un 200%, como viene reflejado en la tabla 3.2.2 del GPG-LULUCF 2003 de IPCC (valor central entre 0,14 y 0,2). La incertidumbre resultante en este depósito de carbono se estima en un 206%.

7.6.5.4.- Pérdida de stock de detritus

Se considera, exclusivamente, el paso de FL a SL. Nuevamente, se estima que la superficie tiene una incertidumbre del 10%. Para la información relativa al factor de pérdida de carbono (F_c) se estima una incertidumbre del 13%, apoyada en artículos de referencia⁴⁴ sobre la acumulación de detritus en los bosques, y que se sitúa en el rango de los valores de las incertidumbres que aparecen en la tabla 3.2.1. de la GPG-LULUCF 2003. La incertidumbre final en la pérdida de carbono proveniente de detritus se estima en un 16%.

7.6.6.- Actividades de control y aseguramiento de la calidad

Se ha realizado una contrastación con la información presentada en la edición anterior del inventario en cuanto a la superficie inicial de asentamientos en el año 1990 y a las superficies convertidas a asentamientos procedentes de otros usos de la tierra, comprobándose que se mantienen en valores bastante similares, salvedad hecha de que en esta edición la serie inventariada cubre también el año 2011, es decir, un año más que el informado en la edición anterior del inventario.

7.6.7.- Nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos con respecto al año anterior.

7.6.8.- Mejoras planificadas

De cara al futuro se pretende investigar una metodología para cuantificar las restantes variaciones de los depósitos de carbono de esta categoría no considerados actualmente, cuando sea procedente en función del tipo de uso previo de las tierras no forestales convertidas a asentamientos.

Asimismo, a petición del ERT de la In Country Review 2011, se tratará de identificar información adicional que permita mejorar la actual estimación de las superficies de otros usos que pasan a asentamiento.

7.7.- Otras tierras (5.F)

En esta sección debe informarse sobre los eventuales flujos de GEI que tienen lugar en “otras tierras” (OL), tanto en la categoría 5F1 de otras tierras que se mantienen como tales, como en la categoría 5F2 de tierras convertidas a “otras tierras”.

⁴⁴ Obtenido del NIR de Portugal del año 2010, tabla 7.31 “Uncertainty values for land use change and forestry. Se trata de la incertidumbre asignada DOM

En esta edición del inventario se han identificado conversiones a “otras tierras” (OL) procedentes de tierras agrícolas (CL) y pastizales (GL). Sin embargo, para estas conversiones no se han estimado emisiones/absorciones aunque se considera que básicamente no resultan en fuentes de emisión. Por otra parte, se han estimado conversiones de “otras tierras” (OL) a bosques (FL) y a asentamientos (SL), como ya se ha informado en las secciones correspondientes anteriores.

7.7.1.- Descripción de la categoría

Según se ha definido en el epígrafe 7.1.1, la categoría 5F “otras tierras” comprende suelo desnudo, roca, hielo y otras áreas de tierra que no entran en ninguna de las categorías anteriores.

La gran superficie recogida en esta clase OL, de unos 10 millones de hectáreas, se debe a que en ellas se han incluido todos los matorrales, arbolado por debajo del 20 % de cabida cubierta arbórea. Este valor del 20% constituye el umbral del parámetro de FCC a partir del cual las áreas arboladas se integran dentro de la categoría de bosque (FL). El uso OL incluye también otras superficies que podrían encuadrarse, según se ha comentado más arriba, dentro de las clases pastizal (GL) y humedales (WL).

7.7.2.- Información para la representación de las superficies

La información para la representación de las superficies de “otras tierras” (OL) se ha tomado de las explotaciones cartográficas de CORINE LAND COVER y del MFE50 considerando la superficie de OL a comienzos de 1990 y agregando cada año las conversiones a OL, procedentes de tierras agrícolas (CL) y de pastizales (GL), y restando las conversiones de OL a bosque (FL) y a asentamientos (SL). Estas conversiones entre el inicio de 1990 y el final de 2006 se han obtenido de las citadas explotaciones cartográficas, asumiéndose para cada año del periodo 1990-2011 una tasa uniforme de conversión.

7.7.3.- Usos y cambios de usos de la tierra: definiciones y sistema de clasificación

En el Apéndice 7.1 se presenta la triple correspondencia entre clases de uso del suelo UNFCCC con las de CORINE LAND COVER y MFE50. Esencialmente, las “otras tierras” (OL) están formadas por las siguientes clases de CORINE LAND COVER:

- 131 (zona de extracción minera), 132 (escombreras y vertederos).
- 311 (bosque de frondosas), 312 (bosque de coníferas), 313 (bosque mixto), siempre que FCC < 20%.
- 322 (landas y matorrales mesófilos), 323 (vegetación esclerófila).
- 324 (matorral boscoso en transición), siempre que FCC < 20%.

- 331 (playas, dunas y arenales), 332 (roquedos), 333 (espacios con vegetación escasa).
- 334 (zonas quemadas), siempre que FCC < 20%.
- 335 (glaciares y nieves permanentes).
- 422 (salinas), 423 (zonas llanas intermareales), 511 (cursos de agua), 512 (láminas de agua), 521 (lagunas costeras), 522 (estuarios).
- Dehesa según CORINE LAND COVER y MFE50, siempre que FCC < 20%.
- Dehesa según MFE50, siempre que FCC < 20%.

7.7.4.- Metodología

No se ha implementado todavía una metodología para la estimación de las potenciales emisiones y absorciones de las superficies de “otras tierras” (OL) que permanecen como tales, aunque se puede estimar que se encuentran en un balance neutro de carbono. Tampoco se han estimado las potenciales emisiones y absorciones de las conversiones de tierras agrícolas (CL) y de pastizales (GL) a “otras tierras” (OL), aunque se puede considerar que básicamente estas conversiones no constituyen fuentes emisoras.

7.7.5.- Incertidumbres y coherencia de series temporales

Al no haber realizado estimación de emisiones y absorciones no se informa sobre este punto.

7.7.6.- Actividades de control y aseguramiento de la calidad

No se han realizado actividades específicas relacionadas con este punto, salvo en la consideración de los datos de superficie que sí se consideran contrastados.

7.7.7.- Nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos con respecto al año anterior.

7.7.8.- Mejoras planificadas

Debido a la probable reasignación de las superficies a los distintos usos del suelo, comentada en “Mejoras planificadas” (pg. 7.5), esta categoría pasará a ser residual y, de acuerdo con las guías de IPCC, no será necesario estimar sus emisiones/absorciones.

7.8.- Otros

No se informa sobre productos maderables en esta edición del inventario.

7.9.- Emisiones directas de N₂O por fertilizaciones de N en bosques y otros

En España no se fertilizan los suelos forestales. En cualquier caso, todas las emisiones de fertilizantes nitrogenados se incluyen en Agricultura (sector 4).

7.10.- Emisiones de gases distintos del CO₂ por drenaje de suelos forestales y humedales

En España no se drenan los suelos forestales ni los humedales.

7.11.- Emisiones de N₂O por alteraciones asociadas con conversión de otros usos de tierra a tierras agrícolas

No se ha identificado ninguna superficie que pase a tierras de cultivo desde otro uso del suelo en el periodo inventariado (1990-2011), por lo que no se consideran estas emisiones.

7.12.- Emisiones de CO₂ por aplicación de enmiendas calizas en agricultura

Se está estudiando, a la luz de la nueva información que se ha recopilado de la industria azucarera, la estimación de las emisiones de CO₂ debidas a la aplicación de espuma de carbonatación en la agricultura.

7.13.- Quema de biomasa

La información correspondiente a la quema de biomasa en terrenos forestales se recoge en el apartado 7.2. (bosques). Para el resto de usos del suelo, o no ocurre o no se estima.

REFERENCIAS

- Directrices del IPCC revisadas en 1996 para Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero (*Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*), referidas como Guías IPCC 1996.
- Guía de Buenas Prácticas para el Uso de la Tierra, el Cambio de Uso de la Tierra y la Silvicultura (*Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, 2003*), referida como GPG-LULUCF 2003 de IPCC.

- Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories), referida como GPG-2000 de IPCC.
- Inventario Forestal Nacional (IFN)
 - IFN2. ICONA Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-1995). Instituto Nacional de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
 - IFN3. DGB Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2007). Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- CORINE LAND COVER 1990, 2000 y 2006 (CLC90, CLC00 y CLC06, respectivamente), realizado por el Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Fomento.
- Mapa Forestal de España (MFE50), de la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (realizado entre los años 1998 y 2007).
- Forestación de tierras agrícolas por la Política Agrícola Común, información aportada por la Dirección General de Desarrollo Sostenible del Medio Rural, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Repoblaciones en el ámbito de la política forestal, información aportada por la Dirección General de Medio Natural Política Forestal, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Factores de Expansión de Biomasa (BEF), validados internacionalmente a través de la acción COST-E21. Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF).
- Rodríguez Murillo (1994). The carbon budget of the Spanish Forests. Biogeochemistry 25: págs. 197-217.
- Informe CEAM, julio de 2009: "Informe de las actividades desarrolladas en el marco del contrato de colaboración entre la Fundación CEAM y la empresa Análisis Estadístico de datos, S.A".

Apéndice 7.1

Correspondencia entre clases UNFCCC y CORINE-LAND COVER y Mapa Forestal

Código	Corine	Mapa Forestal		Categoría UNFCCC	Observaciones
	Descripción	FCC	Tipo Estructural		
11100	Tejido urbano continuo			SL	
11210	Estructura urbana abierta			SL	
11220	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			SL	
12100	Zonas industriales y comerciales			SL	
12110	Zonas industriales			SL	
12120	Grandes superficies de equipamientos y servicios			SL	
12210	Autopistas, autovías y terrenos asociados			SL	
12220	Complejos ferroviarios			SL	
12300	Zonas portuarias			SL	
12400	Aeropuertos			SL	
13100	Zonas de extracción minera			OL	
13200	Escombreras y vertederos			OL	
13300	Zonas en construcción			SL	
14100	Zonas verdes urbanas			SL	
14200	Instalaciones deportivas y recreativas			SL	
14210	Campos de golf			SL	
14220	Resto de instalaciones deportivas y recreativas			SL	
21100	Tierras de labor en secano			CL	
21210	Cultivos herbáceos en regadío			CL	
21220	Otras zonas de irrigación			CL	
21300	Arrozales			CL	
22100	Viñedos			CL	
22110	Viñedos en secano			CL	
22120	Viñedos en regadío			CL	
22210	Frutales en secano			CL	
22221	Cítricos			CL	
22222	Frutales tropicales			CL	
22223	Otros frutales en regadío			CL	
22300	Olivares			CL	
22310	Olivares en secano			CL	
22320	Olivares en regadío			CL	
23100	Prados y praderas			GL	
24100	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes			CL	
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano			CL	
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío			CL	
24210	Mosaico de cultivos anuales con praderas y/o pastizales			242	a
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano			GL	
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano			CL	
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano			CL	
24220	Mosaico de cultivos permanentes			CL	
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío			GL	
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío			CL	
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío			CL	
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío			CL	
24300	Terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación			243	a
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios de vegetación natural y semi-natural			CL	
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios de vegetación natural y semi-natural			CL	
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural			GL	
24400	Sistemas agroforestales			244	a
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado	≥20		FL	
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesado	<20		GL	

Correspondencia entre clases UNFCCC y CORINE-LAND COVER y Mapa Forestal

Código	Corine Descripción	Mapa Forestal		Categoría UNFCCC	Observaciones
		FCC	Tipo Estructural		
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adhesado	≥20		FL	
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adhesado	<20		CL	
31110	Perennifolias	≥20		FL	
31110	Perennifolias	<20		OL	c
31111	Perennifolias esclerofilas y quejigares	≥20		FL	
31111	Perennifolias esclerofilas y quejigares	<20		OL	c
31120	Caducifolias y marcescentes	≥20		FL	
31120	Caducifolias y marcescentes	<20		OL	c
31130	Otras frondosas de plantación	≥20		FL	
31130	Otras frondosas de plantación	<20		OL	c
31140	Mezclas de frondosas	≥20		FL	
31140	Mezclas de frondosas	<20		OL	c
31150	Bosques de ribera	≥20		FL	
31150	Bosques de ribera	<20		OL	c
31160	Laurisilva macaronésica	≥20		FL	
31160	Laurisilva macaronésica	<20		OL	c
31210	Bosques de coníferas de hojas aciculares	≥20		FL	
31210	Bosques de coníferas de hojas aciculares	<20		OL	c
31220	Bosques de coníferas de hojas de tipo cupresáceo	≥20		FL	
31220	Bosques de coníferas de hojas de tipo cupresáceo	<20		OL	c
31300	Bosque mixto	≥20		FL	
31300	Bosque mixto	<20		OL	c
32110	Pastizales supraforestales			GL	
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos			GL	
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos			GL	
32120	Otros pastizales			GL	
32121	Otros pastizales templado oceánicos			GL	
32122	Otros pastizales mediterráneos			GL	
32210	Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila			OL	c
32220	Fayal Brezal Macaronésico			OL	c
32310	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso			OL	c
32311	Matorrales esclerófilos mediterráneos medianamente denso			OL	c
32312	Matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos			OL	c
32320	Matorrales xerófilos macaronésicos			OL	c
32400	Matorral boscoso de transición	≥20		FL	
32400	Matorral boscoso de transición	<20		OL	c
32410	Matorral boscoso de frondosas	≥20		FL	
32410	Matorral boscoso de frondosas	<20		OL	c
32420	Matorral boscoso de coníferas	≥20		FL	
32420	Matorral boscoso de coníferas	<20		OL	c
32430	Matorral boscoso de bosque mixto	≥20		FL	
32430	Matorral boscoso de bosque mixto	<20		OL	c
33100	Playas y dunas			OL	
33110	Playas y dunas			OL	
33120	Ramblas con poca o sin vegetación			OL	
33200	Roquedo			OL	
33210	Rocas desnudas con fuerte pendiente (acantilados, etc.)			OL	
33220	Afloramientos rocosos y canchales			OL	
33230	Colada lávicas volcánicas			OL	
33300	Espacios con vegetación escasa			OL	
33310	Xeroestepa subdesértica			OL	
33320	Cárcavas y/o zonas en proceso de erosión			OL	
33330	Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa			OL	
33400	Zonas quemadas	≥20		FL	
33400	Zonas quemadas	<20		OL	c
33500	Glaciares y nieves permanentes			OL	
41100	Humedales y zonas pantanosas			WL	
41200	Turberas y prados turbosos			WL	

Correspondencia entre clases UNFCCC y CORINE-LAND COVER y Mapa Forestal

Corine		Mapa Forestal		Categoría UNFCCC	Observaciones
Código	Descripción	FCC	Tipo Estructural		
42100	Marismas			WL	
42200	Salinas			OL	c
42300	Zonas llanas intermareales			OL	c
51110	Ríos y cauces naturales			OL	c
51120	Canales artificiales			OL	c
51210	Lagos y lagunas			OL	c
51220	Embalses			OL	c
52100	Lagunas costeras			OL	c
52200	Estuarios			OL	c
-----	Dehesa_ambos (CLC & MFE)	≥20	3	FL	b
-----	Dehesa_ambos (CLC & MFE)	<20	3	OL	b,c
-----	Dehesa_MFE-VariosCLC	≥20	3	FL	b
-----	Dehesa_MFE-VariosCLC	<20	3	OL	b,c
52300	Mares y océanos			No definido	
-----	No definido, sin información, cuadro			No definido	

a: Mosaicos: reasignados a CL o GL en función de contenidos

b: La dehesa del mapa forestal tiene prioridad sobre la clasificación CORINE

c: Según recomendaciones ERT, posible futura reasignación en función de contenidos e información disponible

8.- RESIDUOS

8.1.- Panorámica del sector

Las emisiones correspondientes al tratamiento y eliminación de residuos se han estimado en el año 2011 en 13.901 gigagramos (Gg) de CO₂ equivalente (CO₂-eq), cifra que representa el 3,97% de las emisiones de CO₂-eq del conjunto del inventario en dicho año; contribución relativa que ha aumentado respecto a su homóloga del año 1990, en que tal porcentaje fue del 2,6%. El principal contaminante emitido en este sector es el metano, que representa en 2011 el 38,1% del total de las emisiones de este gas en el inventario y, en segundo lugar, y a gran distancia, el óxido nitroso, para el que la contribución del sector residuos sobre el total del inventario ha sido, en 2011, del 5,3%. En la tabla 8.1.1 se muestran en términos de CO₂-eq las emisiones por sub-categorías según la nomenclatura de IPCC, representándose en las figuras 8.1.1, 8.1.2 y 8.1.3, con desglose para las cuatro categorías de tratamiento de residuos, respectivamente, la evolución de sus valores absolutos, su contribución a las emisiones totales del inventario y la contribución relativa a las emisiones del sector residuos a lo largo del periodo 1990-2011.

Tabla 8.1.1.- Emisiones de CO₂ equivalente (Cifras en Gg)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
6.A Depósito en vertederos	5.346	7.091	8.888	9.725	10.548	11.081	11.494	11.774	11.890
6.B Tratamiento aguas residuales	1.634	1.617	1.736	1.923	1.970	1.978	1.930	1.954	1.957
6.C Incineración de residuos	88	34	23	9,3	15,4	15,4	11,7	11,6	11,6
6.D Otros	254	191	116	63	55	47	43	37	32
Residuos	7.323	8.934	10.763	11.721	12.588	13.121	13.478	13.776	13.901

Figura 8.1.1.- Evolución de las emisiones de CO₂ equivalente

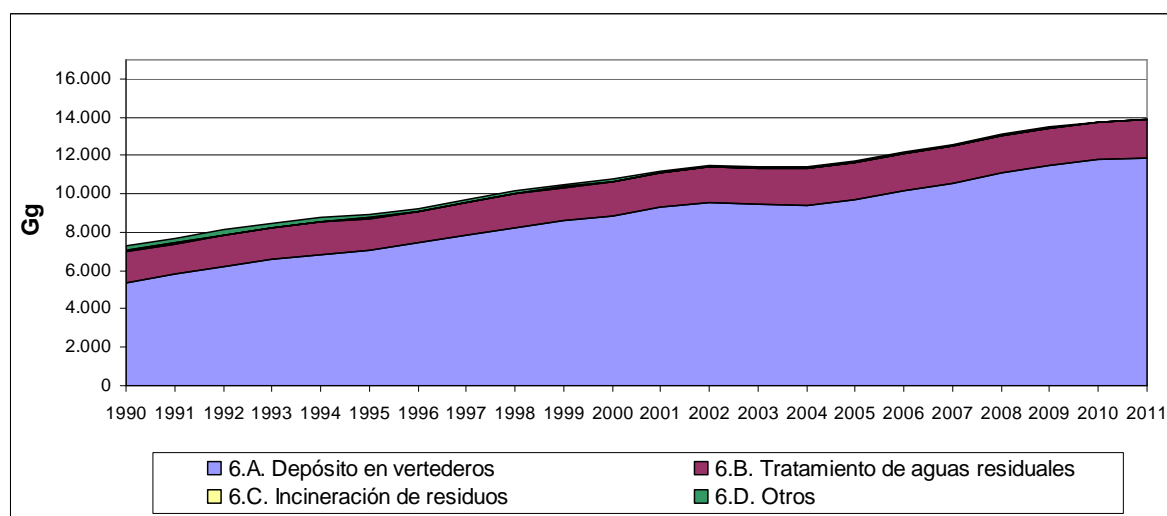


Figura 8.1.2.- Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq por categoría respecto al total del inventario

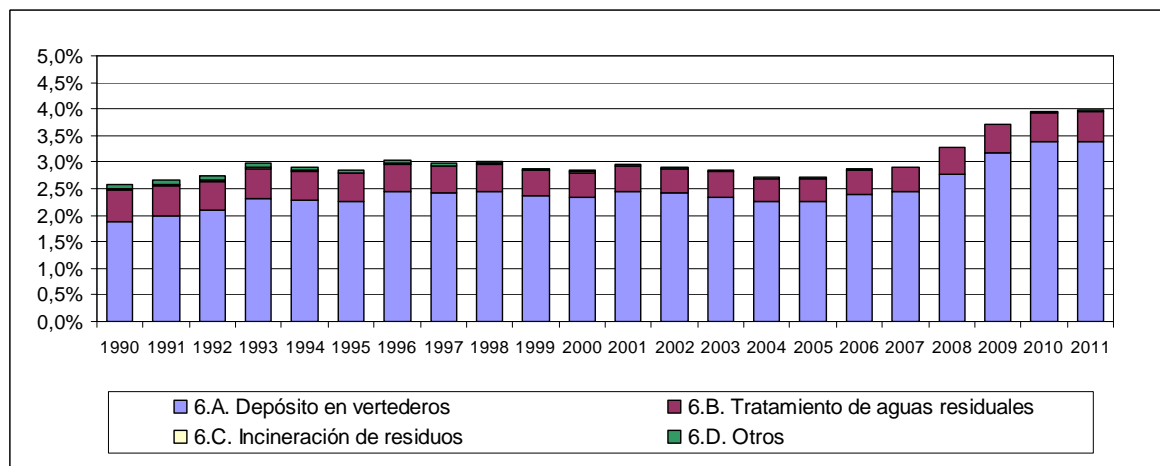
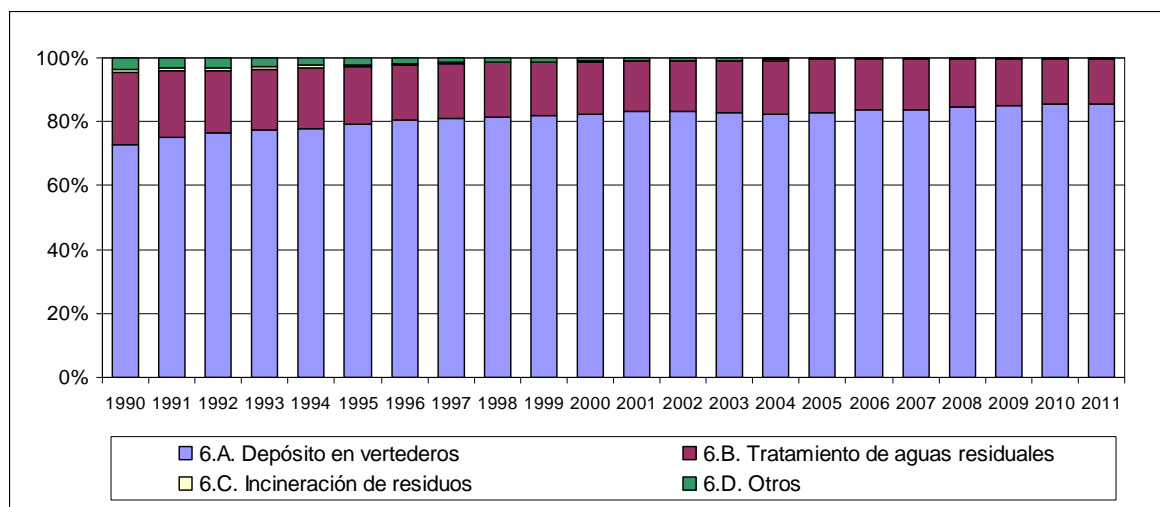


Figura 8.1.3.- Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq por categoría respecto al total del sector



El análisis de las emisiones para el periodo 1990-2011 ha permitido la identificación de las siguientes fuentes clave, realizado para el año base¹ (nivel de emisión) y para el año 2011 (nivel de emisión y tendencia):

- Depósito de RU en vertederos por su nivel de emisión de CH₄ en el año base (Tier 1), por su nivel de emisión de CH₄ (Tier 1 y Tier 2) en el año 2011 y por su tendencia (Tier 1 y Tier 2) en este último año.

¹ El año base toma como referencia el año 1990 para el CO₂, CH₄ y N₂O y el año 1995 para los gases fluorados HFC, PFC y SF₆.

- Tratamiento de aguas residuales por su nivel de emisión de CH₄ (Tier 2) en el año 2011.
- Tratamiento de aguas residuales por su nivel de emisión de N₂O (Tier 2) en el año 2011 y por su tendencia (Tier 2) también en dicho año.

Como síntesis de lo anterior se muestran, en las tablas 8.1.2 y 8.1.3 siguientes, las fuentes clave de este sector, la contribución de las emisiones al nivel y a la tendencia, así como los valores absolutos en términos de CO₂-eq referidos todos ellos al año 2011. Conviene destacar, respecto a la edición anterior de Inventario, el cambio del número de orden observado en la tabla 8.1.3 para la actividad 6B-CH₄. Este efecto es debido a la menor incertidumbre relativa que presentan las estimaciones de las emisiones de la actividad 6B2 (Tratamiento de aguas residuales en los sectores residencial-comercial).

Tabla 8.1.2- Fuentes clave: contribución al nivel. Año base

Actividad IPCC		Gas	CO ₂ -eq (Gg)	Contribución al nivel		
				Tier 1		
Código	Descripción			%	Fuente clave	Nº orden
6A	Depósito en vertederos	CH ₄	5.103	1,8	S	15
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH ₄	562	0,2	N	36
6B	Tratamiento de aguas residuales	N ₂ O	1.072	0,4	N	31

Tabla-8.1.3- Fuentes clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2011

Código Actividad IPCC	Gas	CO ₂ -eq (Gg)	Contribución al nivel						Contribución a la tendencia					
			Tier 1			Tier 2			Tier 1			Tier 2		
			%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden
6A	CH ₄	11.897	3,4	S	8	10,3	S	3	2,6	S	11	11,8	S	2
6B	CH ₄	707	0,2	N	35	1,1	S	17	0,007	N	66	0,06	N	56
6B	N ₂ O	1.251	0,4	N	28	5,2	S	4	0,03	N	57	0,7	S	23

Explicación de la tendencia

El desplazamiento temporal en la degradación de los mismos sigue provocando la tendencia al alza de las emisiones del depósito de residuos en vertederos, a pesar del descenso de dicho depósito, de la adopción de sistemas de tratamiento alternativos (especialmente compostaje) y de las técnicas implantadas de captación del biogás generado. Aunque en la política de gestión de residuos se demanda la captación de biogás, la información registrada en el inventario refleja un estancamiento en los últimos años de los volúmenes de captación por carencias en la disponibilidad de información acerca de la cantidad de biogás captado con o sin recuperación energética en algunos vertederos, lo que se traduce en un aumento relativo de la cantidad de biogás generado que no ha sido captada respecto a la cantidad de biogás captado (véase figura 8.1.6). La contribución del depósito en vertederos como sistema de eliminación de residuos sigue siendo muy alta, a

pesar del crecimiento registrado en los sistemas de gestión alternativos como el reciclaje, compostaje o biometanización (véanse las tablas 8.1.4.a. y 8.1.4.b).

Figura 8.1.4.- Evolución del depósito de RU en vertederos (Cifras en Mg)

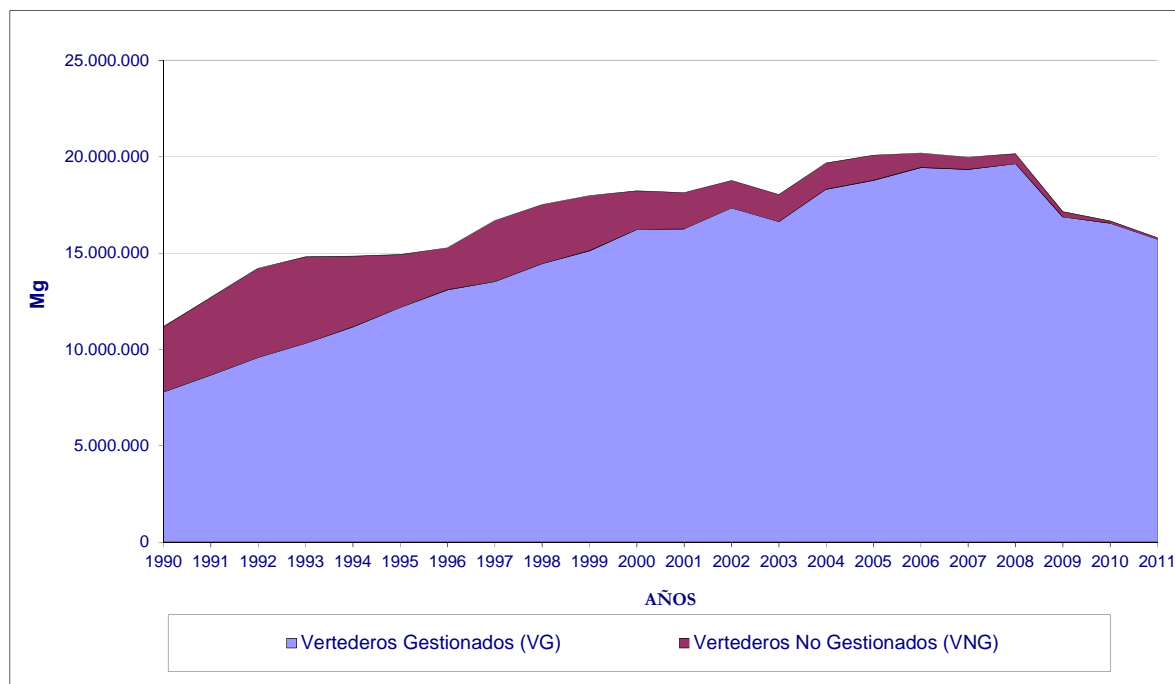


Figura 8.1.5.- Evolución del carbono orgánico degradable (Cifras en %)

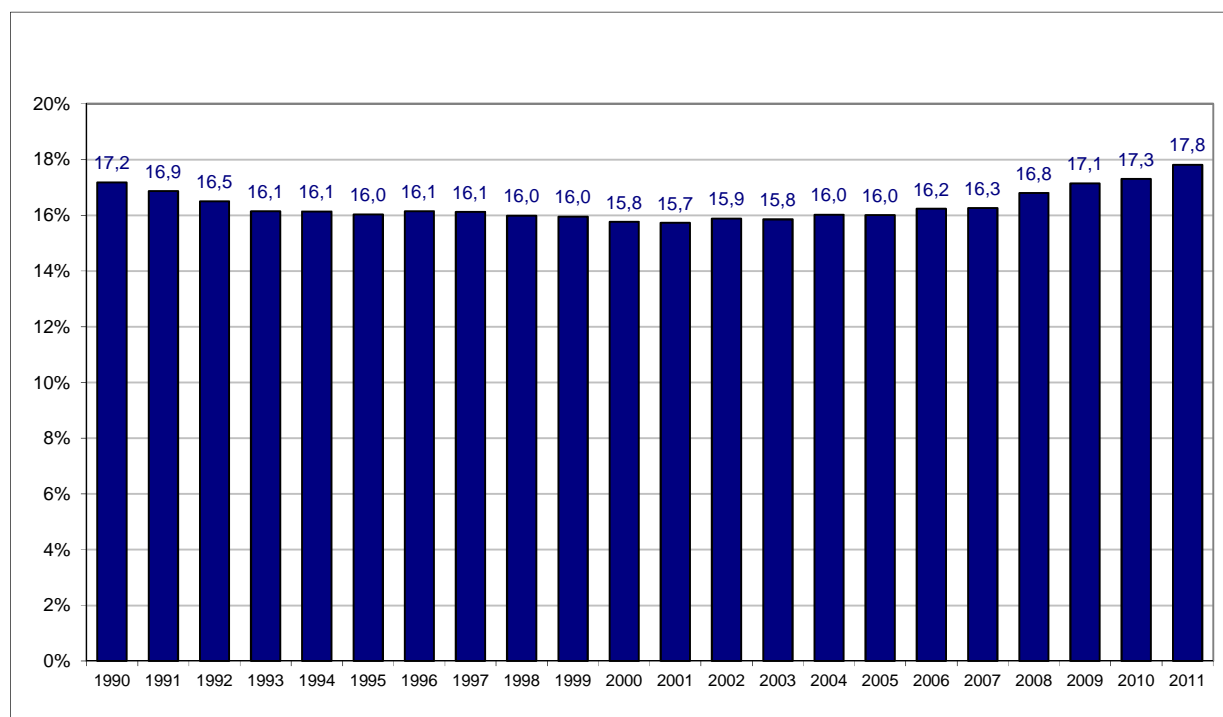
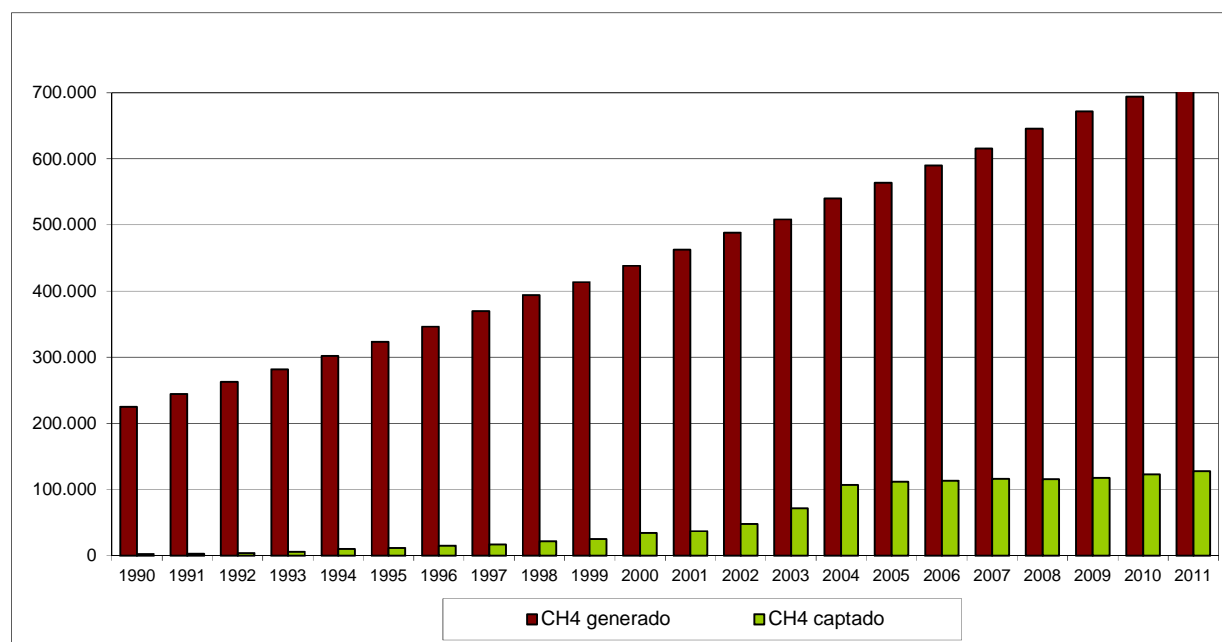


Figura 8.1.6.- Comparación generación vs captación (Cifras en Mg)

Se hace la llamada de atención de que las emisiones de combustión con valoración energética del biogás se encuentran contabilizadas en el sector de Energía, contabilizándose en el sector Residuos únicamente la parte de la incineración de residuos que no se valoriza energéticamente.

Las emisiones de CH₄ y N₂O provenientes del tratamiento de las aguas residuales muestran un perfil predominantemente creciente a lo largo del periodo inventariado. En el caso de las aguas residuales industriales, las emisiones vienen esencialmente determinadas por el volumen de agua tratada, asumiendo una carga unitaria constante, y este volumen se relaciona con el nivel de producción, lo que lleva a reflejar un contexto general de crecimiento hasta el año 2007 y un periodo decreciente, 2008-2011, con una subida relativa en 2010 atribuible a un ligero aumento del nivel de la producción (véase figura 8.1.7). En el caso de las aguas residuales del sector residencial-comercial, el perfil de las emisiones se muestra creciente a lo largo del periodo inventariado, coincidiendo con la evolución al alza del volumen de aguas tratadas (véase figura 8.1.8).

Figura 8.1.7.- Evolución del volumen tratado de aguas residuales industriales (Cifras en m³)

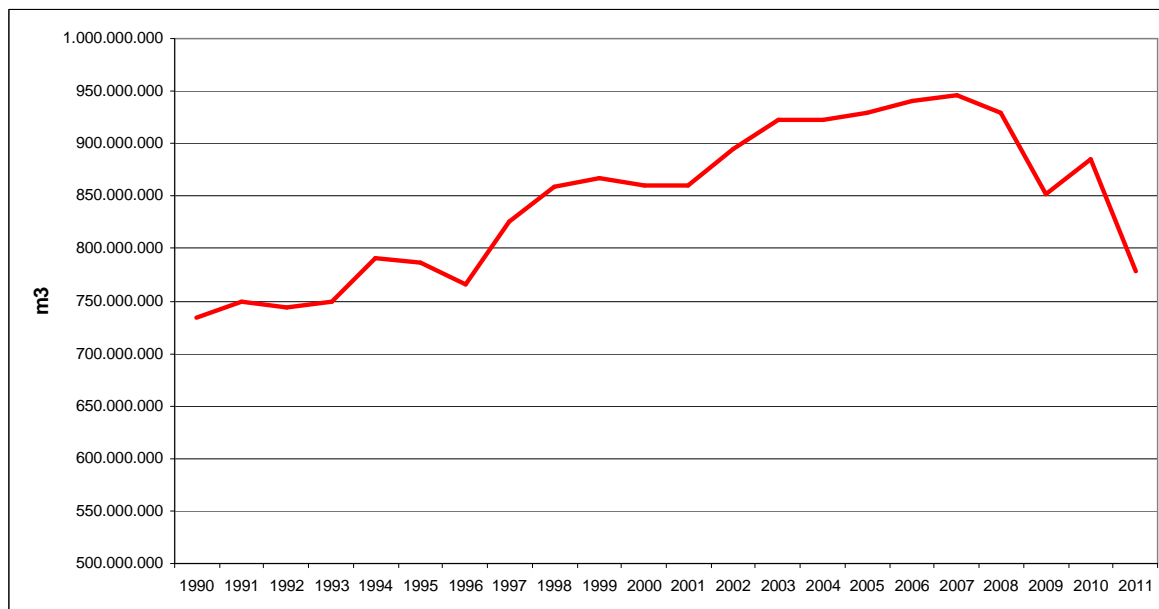
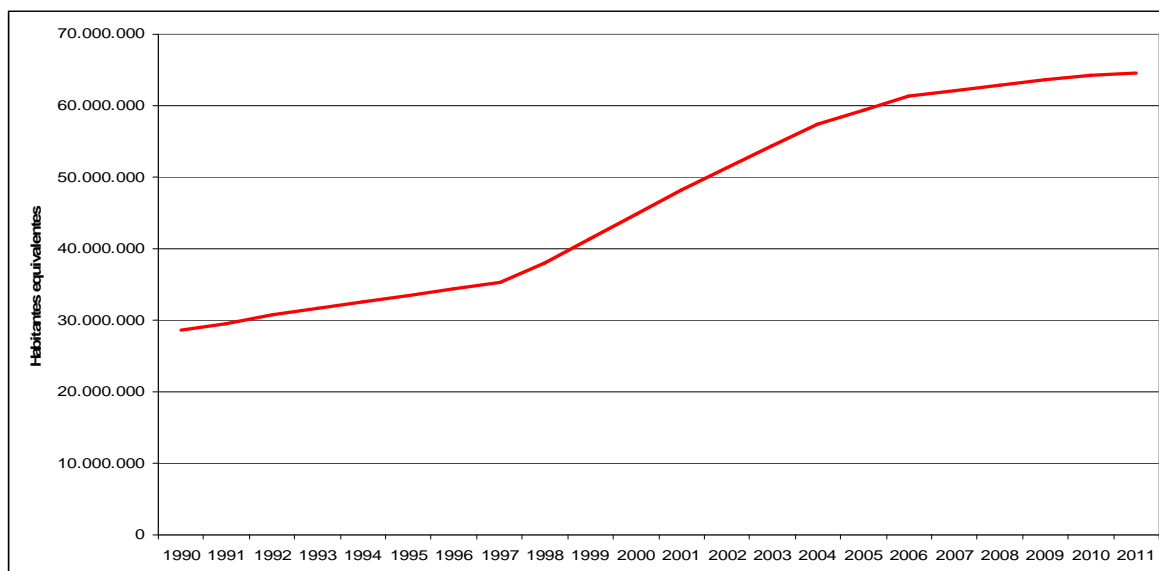
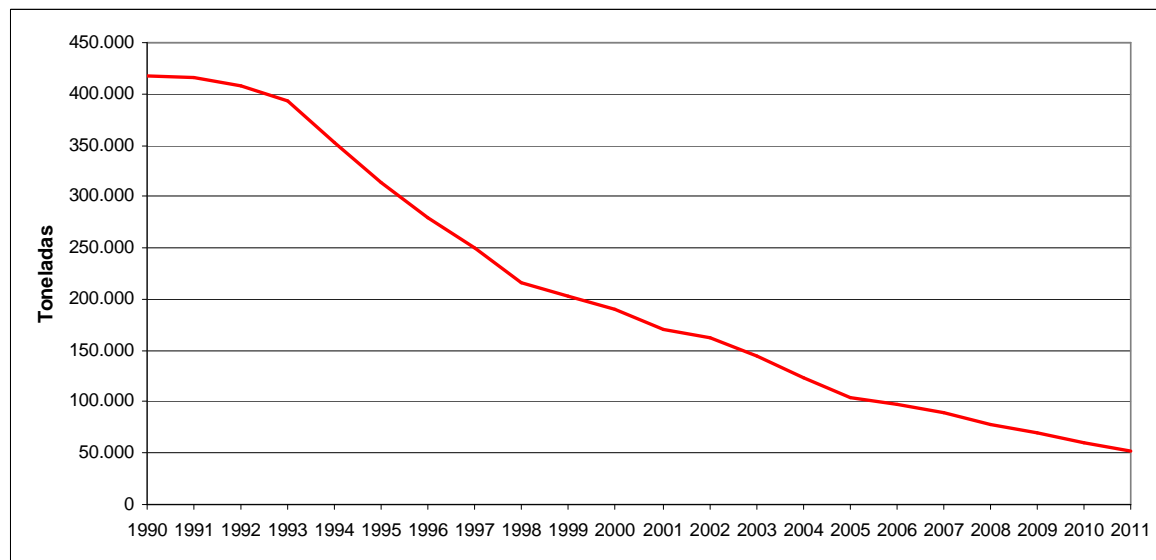


Figura 8.1.8.- Evolución de la población equivalente servida en el tratamiento de aguas residuales en el sector residencial-comercial (Cifras en hab-eq)



En cuanto al epígrafe “Otros”, donde se recogen el extendido de lodos y la biometanización, se observa una fuerte tendencia a la baja de las emisiones como consecuencia de la aparición de nuevas técnicas de secado de lodos más eficientes que han permitido ir reduciendo progresivamente la cantidad de lodos secados en eras al aire libre.

Figura 8.1.9.- Evolución de la cantidad de lodos procedentes de EDARs secados mediante su extendido (Cifras en toneladas)



En cuanto a la incineración de residuos, las emisiones recogidas en este sector muestran una acusada tendencia descendente pues buena parte de estas instalaciones, al pasar a llevar a cabo combustión con valorización energética, sus emisiones ya no se incluyen en el sector de Residuos sino en el de Energía. Esta tendencia descendente no se muestra gráficamente, como se ha hecho anteriormente para las actividades de depósito en vertedero y el tratamiento de aguas residuales, debido a la baja contribución de las emisiones de esta categoría respecto al total del sector Residuos.

Para ofrecer una visión general de la evolución de estas tendencias, de la incidencia que en las mismas suponen los cambios en los sistemas de gestión de los residuos, y la importancia creciente entre ellos de la recogida selectiva, la separación para reciclaje, el compostaje selectivo sobre residuos orgánicos, la biometanización y el depósito alternativo en vertedero de las materias no valorizables, se presenta en las tablas siguientes 8.1.4.a. (valores absolutos) y 8.1.4.b (porcentajes) la evolución de las cantidades de residuos según sistemas de tratamiento/eliminación de los mismos a lo largo del periodo inventariado. Se puede observar la ponderación creciente del reciclaje, el compostaje, la incineración y la biometanización y la decreciente del depósito de residuos en vertederos tanto gestionados como los no-gestionados.

Tabla 8.1.4.a.- Sistemas de tratamiento de RU (Cifras en Mg)

Año	Reciclaje	Compostaje	Incineración	Vertedero Gestionado	Vertedero no gestionado	Biometanización	Residuos Generados
1990	0	769.116	607.349	7.787.923	3.410.908	0	12.575.296
1991	0	569.258	532.334	8.672.781	4.029.237	0	13.803.610
1992	0	440.258	675.671	9.586.447	4.629.726	0	15.332.102
1993	0	467.987	655.570	10.309.856	4.500.367	0	15.933.780
1994	0	531.018	625.398	11.170.399	3.666.077	0	15.992.892
1995	0	625.904	749.787	12.175.178	2.744.310	0	16.295.179
1996	450.227	718.249	958.188	13.098.809	2.181.155	0	17.406.628
1997	559.978	902.571	1.289.312	13.519.710	3.169.201	0	19.440.772
1998	734.746	909.322	1.248.599	14.450.877	3.072.361	0	20.415.905
1999	872.711	1.013.086	1.327.037	15.121.698	2.863.085	0	21.197.617
2000	1.067.442	1.273.329	1.335.979	16.229.796	1.996.558	0	21.903.104
2001	1.189.382	1.426.403	1.396.150	16.255.787	1.882.651	0	22.150.373
2002	1.554.167	1.791.520	1.494.772	17.341.006	1.429.522	17.534	23.628.521
2003	1.806.873	1.986.126	1.710.229	16.627.610	1.412.202	41.810	23.584.850
2004	2.036.049	2.361.992	1.656.337	18.314.893	1.363.395	69.112	25.801.778
2005	2.133.435	2.469.588	1.708.509	18.776.961	1.305.346	68.954	26.462.793
2006	2.519.340	2.593.699	1.860.245	19.441.421	756.577	52.679	27.223.961
2007	2.678.897	2.775.598	1.900.611	19.343.847	637.672	62.779	27.399.404
2008	3.430.066	3.221.917	1.985.448	19.636.926	518.766	122.472	28.915.595
2009	3.233.696	3.617.810	1.958.869	16.877.661	268.518	167.728	26.124.282
2010	3.862.563	4.524.348	1.915.649	16.548.289	119.269	257.731	27.227.849
2011	4.363.634	5.324.625	2.119.388	15.712.346	86.300	268.425	27.874.718

Tabla 8.1.4.b.- Sistemas de tratamiento de RU (Cifras en porcentaje)

Año	Reciclaje	Compostaje	Incineración	Vertedero Gestionado	Vertedero no gestionado	Biometanización	Total
1990	0,0	6,1	4,8	61,9	27,1	0,0	100
1991	0,0	4,1	3,9	62,8	29,2	0,0	100
1992	0,0	2,9	4,4	62,5	30,2	0,0	100
1993	0,0	2,9	4,1	64,7	28,2	0,0	100
1994	0,0	3,3	3,9	69,8	22,9	0,0	100
1995	0,0	3,8	4,6	74,7	16,8	0,0	100
1996	2,6	4,1	5,5	75,3	12,5	0,0	100
1997	2,9	4,6	6,6	69,5	16,3	0,0	100
1998	3,6	4,5	6,1	70,8	15,0	0,0	100
1999	4,1	4,8	6,3	71,3	13,5	0,0	100
2000	4,9	5,8	6,1	74,1	9,1	0,0	100
2001	5,4	6,4	6,3	73,4	8,5	0,0	100
2002	6,6	7,6	6,3	73,4	6,0	0,1	100
2003	7,7	8,4	7,3	70,5	6,0	0,2	100
2004	7,9	9,2	6,4	71,0	5,3	0,3	100
2005	8,1	9,3	6,5	71,0	4,9	0,3	100
2006	9,3	9,5	6,8	71,4	2,8	0,2	100
2007	9,8	10,1	6,9	70,6	2,3	0,2	100
2008	11,9	11,1	6,9	67,9	1,8	0,4	100
2009	12,4	13,8	7,5	64,6	1,0	0,6	100
2010	14,2	16,6	7,0	60,8	0,4	0,9	100
2011	15,7	19,1	7,6	56,4	0,3	1,0	100

Nota: Se han revisado las series de los distintos sistemas de tratamiento, actualizándose la información de vertederos gestionados (2008-2010), no gestionados (1990-2010), compostaje (2009-2010) y biometanización (2002-2010).

En los epígrafes 8.2 y 8.3 de este capítulo se examinan las actividades (según categoría IPCC) del sector de Residuos, teniendo en cuenta para esta agrupación la identificación de fuentes clave. En el epígrafe final 8.4 se hace una presentación más resumida de las fuentes no clave del sector.

8.2.- Depósito en vertederos - CH₄ (6A)

8.2.1.- Descripción de la actividad emisora

El depósito de residuos urbanos (RU) en vertederos (gestionados y no-gestionados) constituye el principal sistema de tratamiento de estos residuos en España con un porcentaje, en 2011, del 57% sobre el total de RU generados. La cantidad de toneladas de RU depositadas en vertederos en el año 2011 (15.798.646) es inferior respecto al año 2010 (16.667.558). Esta evolución es el reflejo la mayor intensidad de crecimiento de los sistemas de tratamiento alternativos de los residuos y del descenso en la generación de residuos como resultado de la aplicación de la política de gestión integral de residuos (minimización, aprovechamiento, valoración, etc.). El depósito en vertederos sigue siendo el sistema de eliminación mayoritario (véase las tabla anterior 8.1.4.a.).

El principal gas emitido y el que confiere a esta categoría su naturaleza de fuente clave es el metano. En los vertederos se distingue en cuanto a su gestión entre gestionados y no-gestionados.

a) Vertederos Gestionados

A su vez dentro del grupo de vertederos gestionados se va a distinguir en lo que sigue entre vertederos individualizados, de los que se recoge la información vía cuestionario individualizado, y vertederos no individualizados, de los que se recoge la información estadística de la publicación “Medio Ambiente en España” que edita anualmente el MAGRAMA.

El motivo principal para recabar información individualizada de vertederos a través de cuestionario es la recopilación de información de los vertederos con captación del biogás generado, con o sin recuperación energética, y la de los vertederos de gran capacidad de depósito, independientemente de si realizan o no dicha captación. En la edición actual del inventario se ha ampliado el número de vertederos de recogida de información individualizada a 49, con el objetivo de mejorar la calidad de la información con datos directos sobre la composición de los distintos tipos de residuos depositados, la captación de biogás y otras variables de interés.

No obstante, la información para los vertederos sin cuestionario individualizado se está ampliando a través de la Subdirección General de Residuos del MAGRAMA con nuevos datos de cantidades depositadas de residuos procedentes de otros orígenes, aparte de la recogida domiciliaria y los rechazos de las instalaciones, como el sector servicios (comercio, oficinas e instituciones) y los residuos producidos por la limpieza de vías urbanas, fosas sépticas, alcantarillas, parques y jardines, recogida de voluminosos y lodos procedentes de estaciones depuradoras urbanas. Asimismo se está recopilando y analizando la información de captación de biogás de dichos vertederos.

Los tipos de residuos cuya información se solicita en el cuestionario se clasifican en cuatro clases: residuos domiciliarios, residuos procedentes de rechazos de compostaje, residuos (lodos) procedentes de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas y

otros residuos no clasificados en las categorías anteriores (residuos voluminosos, de demolición, cenizas de procesos de combustión, industriales, etc.).

El grado de respuesta a algunos contenidos del cuestionario (depósito, captación y composición molar) es muy elevado; sin embargo, sigue siendo escasa la información específica individualizada por vertedero para algunos parámetros relevantes del algoritmo de cálculo de las emisiones (K, MCF y OX). Para determinadas variables de actividad han debido aplicarse técnicas de inferencia para completar la serie de datos necesaria para la estimación de las emisiones. En concreto, se han tenido que extrapolar/interpolar en determinados casos las series de toneladas de RU depositadas cuando la información recibida no cubría todos los años para los que se requiere información. Para ello, se calcula, en primer lugar, la tasa de variación interanual entre los dos primeros años de los que se dispone de información en los cuestionarios y, en segundo lugar, se aplica dicha tasa hacia atrás, año a año, para obtener los datos extrapolados hasta el año de inicio de actividad del vertedero. En el caso de que no se disponga de datos para años intermedios se aplica una interpolación lineal entre los años inicial y final del subintervalo que contiene las lagunas de información. Si la ausencia de datos se manifiesta en el último año del periodo inventariado se aplica la tasa de variación interanual entre los dos años anteriores de los que se dispone información y se aplica dicha tasa hacia delante, para obtener el dato extrapolado del año de referencia del inventario..

También se han dado casos de vertederos que no han remitido nunca el cuestionario cumplimentado, desconociéndose así la cantidad de biogás captado al no existir ninguna fuente de información alternativa que suministre ese dato, asumiéndose para ellos en el inventario que no hay captación. Los datos de depósito se obtienen en este caso de la fuente de información "Medio Ambiente en España" y se encuadran, por tanto, en el grupo de vertederos no individualizados.

En general, los procesos de degradación en vertedero de los RU tienen un periodo de maduración de varios años, que puede oscilar desde 3-5 años para los componentes más lábiles hasta más de 40 años para los de menor velocidad de biodegradación. En realidad, la curva de degradación presenta una forma similar a la de una distribución logarítmica, con una cola larga hacia la derecha (decaimiento exponencial), y, por tanto, se extiende en el tiempo teóricamente de forma indefinida, si bien el periodo significativo de emisiones puede acotarse a unos 40 años

Este hecho llevaba a que de cara al cálculo de las emisiones, las cantidades de residuos a considerar fuesen las depositadas desde 1970. Sin embargo, las recomendaciones realizadas desde los equipos revisores de Naciones Unidas, así como de la Comisión de la Unión Europea, que tenían como objeto incluir como procesos generadores de las emisiones los residuos depositados hasta con 40 años previos al año base 1990, ha motivado la incorporación de los residuos depositados en vertedero desde el año 1950.

En el periodo 1950 a 1990 el cálculo de los residuos depositados en los vertederos gestionados sin cuestionario individualizado y en los vertederos no gestionados se ha realizado multiplicando el coeficiente de generación de RU, por habitante y día, por la población, por el número de días del año y por la fracción que del total de RU generados se deposita en cada tipo de vertedero. A partir de 1990 la información es directamente

suministrada por el MARM en la publicación “Medio Ambiente en España”. En los vertederos gestionados individualizados, el seguimiento de los residuos depositados en dichos vertederos se remonta al inicio de actividad y la información es suministrada vía cuestionario por el propio vertedero.

b) Vertederos no gestionados

Por lo que respecta a los vertederos no gestionados, para la caracterización del parámetro de profundidad no se dispone de información estadística, por lo que, en ausencia de dicha información, se asume que el 50% son profundos (profundidad ≥ 5 metros) y que el restante 50% (profundidad < 5 metros) son someros. A su vez, dentro de los vertederos no gestionados, ya sean profundos o no profundos, se han asumido por el equipo de realización del inventario unos coeficientes de quema para la reducción de volumen, coeficientes que han ido evolucionando a la baja a lo largo del periodo inventariado.

La información sobre vertederos no gestionados publicada en “Medio Ambiente en España” para el periodo 1990-2006, según se indica en dicha fuente, se calculó por diferencia entre la generación teórica por habitante y comunidad autónoma obtenida a través de indicadores y las cantidades de residuos destinadas a plantas de tratamiento en dicha comunidad. A partir del 2006 se deja de publicar esta información en “Medio Ambiente en España” y los datos se obtienen de la Subdirección de Residuos que, a través del “Plan de Acción sobre vertederos ilegales” aprobado en el año 2008, obtienen la información de las comunidades autónomas a partir de sus propios inventarios. Según esta información, en el año 2008 existían 41 vertederos ilegales en los que se estaban depositando 518.766 toneladas de residuos y en diciembre de 2010, después de las medidas adoptadas para la eliminación de vertederos ilegales, existían 8 vertederos ilegales con un depósito de 119.269 toneladas de residuos. Los datos de los años 2007 y 2009 se han estimado por interpolación lineal entre los correspondientes a 2006, 2008 y 2010.

En el análisis exploratorio de datos de los residuos depositados en los vertederos no gestionados se identificaron incoherencias en las series temporales de algunas comunidades autónomas en el enlace del intervalo 1990-2005 con el intervalo 2006-2011, por lo que tras esta contrastación se actualizó la información de la serie 1990-2005 para el depósito en algunas comunidades autónomas.

En la tabla 8.2.1 siguiente se muestran las cantidades de RU depositadas en vertedero desde 1950 a 2011 clasificadas por tipo de depósito (gestionado o no gestionado), distinguiendo en los gestionados según se recoja la información vía cuestionario individualizado o se realice a través de la publicación “Medio Ambiente en España” y en los vertederos no gestionados diferenciando entre la fracción quemada y no quemada de los residuos.

Tabla 8.2.1.- Depósito de RU en vertederos (Cifras en Mg)

Año	Vertederos Gestionados (VG)			Vertederos no gestionados (VnG)		
	VG no Individualizados	VG Individualizados	Total VG	VnG No quemados	VnG Quemados	Total VnG
1950	352.667	0	352.667	1.075.881	3.227.643	4.303.523
1951	380.780	0	380.780	1.076.373	3.229.118	4.305.491
1952	411.135	0	411.135	1.076.865	3.230.595	4.307.460
1953	443.910	0	443.910	1.077.357	3.232.072	4.309.429
1954	479.297	0	479.297	1.077.850	3.233.550	4.311.400
1955	517.505	0	517.505	1.078.343	3.235.028	4.313.371
1956	558.759	0	558.759	1.078.836	3.236.507	4.315.343
1957	603.302	0	603.302	1.079.329	3.237.987	4.317.316
1958	651.396	0	651.396	1.079.823	3.239.468	4.319.290
1959	703.323	0	703.323	1.080.316	3.240.949	4.321.265
1960	759.390	0	759.390	1.080.810	3.242.431	4.323.241
1961	819.927	0	819.927	1.081.304	3.243.913	4.325.218
1962	885.289	0	885.289	1.081.799	3.245.397	4.327.195
1963	955.862	0	955.862	1.082.293	3.246.880	4.329.174
1964	1.032.060	0	1.032.060	1.082.788	3.248.365	4.331.153
1965	1.114.333	0	1.114.333	1.083.283	3.249.850	4.333.134
1966	1.203.165	0	1.203.165	1.083.779	3.251.336	4.335.115
1967	1.299.078	0	1.299.078	1.084.274	3.252.823	4.337.097
1968	1.402.637	0	1.402.637	1.084.770	3.254.310	4.339.080
1969	1.514.451	0	1.514.451	1.085.266	3.255.798	4.341.064
1970	1.635.179	0	1.635.179	1.085.762	3.257.287	4.343.049
1971	1.691.903	0	1.691.903	1.110.801	3.332.402	4.443.203
1972	1.744.445	0	1.744.445	1.135.996	3.407.987	4.543.983
1973	1.795.367	0	1.795.367	1.137.074	3.411.221	4.548.295
1974	1.854.438	338.000	2.192.438	1.163.818	3.491.453	4.655.270
1975	2.647.425	759.917	3.407.342	1.196.777	2.792.481	3.989.258
1976	2.754.435	680.573	3.435.008	1.239.538	2.892.256	4.131.794
1977	2.728.187	840.080	3.568.267	1.237.740	2.888.061	4.125.801
1978	2.238.967	1.513.282	3.752.249	1.280.834	2.988.614	4.269.448
1979	2.112.945	1.789.635	3.902.580	1.320.544	3.081.268	4.401.812
1980	2.833.799	1.729.631	4.563.430	1.333.221	2.475.983	3.809.204
1981	2.668.001	1.680.700	4.348.701	1.297.653	2.409.926	3.707.579
1982	2.708.399	1.744.956	4.453.355	1.334.867	2.479.038	3.813.905
1983	2.656.841	2.115.499	4.772.340	1.364.379	2.533.846	3.898.225
1984	2.694.567	2.662.061	5.356.628	1.401.593	2.602.958	4.004.550
1985	2.624.206	2.918.088	5.542.294	2.054.236	2.054.236	4.108.472
1986	2.549.007	3.246.635	5.795.642	2.096.246	2.096.246	4.192.492
1987	2.461.781	3.561.540	6.023.320	2.188.466	2.188.466	4.376.931
1988	3.126.811	4.369.130	7.495.941	1.940.531	1.940.531	3.881.061
1989	2.213.426	5.097.649	7.311.074	1.893.908	1.893.908	3.787.815
1990	2.207.529	5.580.394	7.787.923	2.217.090	1.193.818	3.410.908
1991	2.062.423	6.610.358	8.672.781	2.619.004	1.410.233	4.029.237
1992	2.108.415	7.478.032	9.586.447	3.009.322	1.620.404	4.629.726
1993	2.617.881	7.691.975	10.309.856	2.925.239	1.575.128	4.500.367
1994	2.942.108	8.228.291	11.170.399	2.382.950	1.283.127	3.666.077
1995	3.579.957	8.595.221	12.175.178	2.195.448	548.862	2.744.310
1996	4.146.739	8.952.069	13.098.809	1.744.924	436.231	2.181.155
1997	4.103.271	9.416.440	13.519.710	2.852.281	316.920	3.169.201
1998	4.240.060	10.210.817	14.450.877	2.765.125	307.236	3.072.361
1999	4.332.569	10.789.129	15.121.698	2.576.777	286.309	2.863.085
2000	4.763.873	11.465.923	16.229.796	1.796.902	199.656	1.996.558
2001	4.702.209	11.553.578	16.255.787	1.694.386	188.265	1.882.651
2002	5.414.550	11.926.455	17.341.006	1.286.570	142.952	1.429.522
2003	4.932.611	11.694.999	16.627.610	1.270.982	141.220	1.412.202
2004	6.116.902	12.197.991	18.314.893	1.227.056	136.340	1.363.395
2005	6.470.580	12.306.381	18.776.961	1.174.811	130.535	1.305.346
2006	6.799.000	12.642.421	19.441.421	680.919	75.658	756.577
2007	6.632.631	12.711.216	19.343.847	573.905	63.767	637.672
2008	7.763.885	11.873.041	19.636.926	466.889	51.877	518.766
2009	6.893.576	9.984.085	16.877.661	241.666	26.852	268.518
2010	7.076.218	9.472.071	16.548.289	107.342	11.927	119.269
2011	7.434.782	8.277.564	15.712.346	77.670	8.630	86.300

En la tabla 8.2.2 se muestran para esta categoría las emisiones absolutas en masa de CH₄ (primera fila) y de CO₂-eq (segunda fila), las emisiones en términos de índice temporal de CO₂-eq (tercera fila) y la ponderación (en porcentaje) de estas emisiones con relación a las emisiones, en términos de CO₂-eq, del total del inventario (fila cuarta) y del sector residuos (fila quinta).

Tabla 8.2.2.- Emisiones: Valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CH ₄ (Gg)	243	332	421	462	502	527	547	561	567
CO ₂ -eq (Gg)	5.346	7.091	8.888	9.725	10.548	11.081	11.494	11.774	11.900
Índice CO ₂ -eq	100,0	132,6	166,3	181,9	197,3	207,3	215,0	220,2	222,6
% CO ₂ -eq sobre total inventario	1,9	2,3	2,3	2,2	2,4	2,8	3,2	3,4	3,4
% CO ₂ -eq sobre sector residuos	73,0	79,4	82,6	83,0	83,8	84,4	85,3	85,5	85,6

8.2.2.- Aspectos metodológicos

Para el cálculo de las emisiones de metano procedentes de la descomposición de los residuos depositados en vertederos gestionados y de los residuos no quemados depositados en vertederos no gestionados se ha aplicado el modelo cinético de primer orden propuesto en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, conforme al enfoque de nivel 2. Según este modelo, cada unidad de masa de carbono orgánico degradable presente en los residuos en el momento de su deposición se reduce, transcurrido un lapso de tiempo t , según la ecuación:

$$Q_t = Q_0 e^{-kt}$$

donde k es el ritmo de reducción del carbono presente en los residuos, Q_0 es la cantidad de carbono orgánico degradable en el momento de la deposición, y Q_t la que queda en los residuos transcurrido el lapso t . Así, el carbono emitido durante el periodo $(t, t + 1)$ será:

$$C_t = Q_t - Q_{t+1} = Q_0 e^{-kt} (1 - e^{-k})$$

En ocasiones el cálculo de las emisiones anuales de metano se realiza bajo los supuestos implícitos de que todos los residuos generados en cada año se depositan al comienzo del mismo y de que la reacción química generadora de la emisión arranca inmediatamente después de la deposición.

Ambos supuestos representan una aproximación al máximo de la emisión anual, no a su valor medio como sería deseable. Esto ha conducido a que el equipo de trabajo del inventario se planteara un enfoque más realista, al menos en lo que se refiere al momento de la deposición de los residuos (respecto del retardo en el arranque de las reacciones químicas, actualmente no se dispone de información suficiente y contrastada como para realizar una modificación de los procedimientos de cálculo).

Dicho enfoque parte del desconocimiento sobre los momentos del año en que los residuos son depositados en los vertederos, conociéndose sólo la cantidad total anual, por

lo que se ha creído conveniente adoptar una aproximación estadística en la solución del problema. Para ello, se ha supuesto que la probabilidad de deposición de cada unidad de masa en los diferentes momentos del año sigue una distribución uniforme, es decir, la densidad de probabilidad de que la deposición se haya realizado en un instante en particular del año es la misma que la de cualquier otro e igual a la unidad. En consecuencia, aplicando el modelo cinético de primer orden, una masa de residuos depositada en el momento x del año origen de la escala temporal ($t \geq x$), con una cantidad de carbono orgánico degradable Q_0 se convertirá transcurrido un tiempo t en:

$$Q_t = Q_0 e^{-k(t-x)}$$

donde x es una variable aleatoria distribuida uniformemente en el intervalo cerrado $[0, 1]$. La esperanza matemática del contenido de carbono al final del periodo t será por tanto:

$$E(Q_t) = \int_0^1 Q_0 e^{-k(t-x)} dx = \frac{1 - e^{-k}}{k} e^{-k(t-1)} Q_0$$

En consecuencia, al finalizar el año de la deposición de la cantidad Q_0 la esperanza matemática del carbono emitido será:

$$Q_0 \left(1 - \frac{1 - e^{-k}}{k} \right)$$

y, a su vez, la esperanza matemática del carbono emitido durante el periodo $(t, t + 1)$ para $t \geq 0$ (donde t indica el punto final de un periodo en particular) será:

$$E(C_t) = E(Q_t) - E(Q_{t+1}) = \frac{1 - e^{-k}}{k} (e^{-kt} - e^{-k(t+1)}) Q_0 = \frac{(1 - e^{-k})^2}{k} e^{-kt} Q_0$$

De acuerdo con ello, la cantidad total de metano generado en un determinado año proveniente de las deposiciones de residuos realizadas en el mismo año y anteriores, según el modelo cinético de primer orden, se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$G_t = R_t L_{0,t} \left(1 - \frac{1 - e^{-k}}{k} \right) + \frac{(1 - e^{-k})^2}{k} \sum_{i=t_0}^{t-1} R_i L_{0,i} e^{-k(i-t_0)} \quad [8.2.1]$$

donde:

G_t = metano generado en el año "t" de referencia del inventario (toneladas/año "t")

t = año de referencia del inventario

t_0 = año de inicio de la actividad del vertedero

i = años sobre los que hay que efectuar la agregación, y que son los años, hasta el de referencia del inventario, en que se han depositado residuos en el vertedero; así: ($t_0 \leq i \leq t$)

k = ratio de generación de metano (año^{-1})

$R_{t,i}$ = cantidad de residuos depositada en el año “i” en el vertedero (toneladas/año “i”)

$L_{0,i}$ = potencial generación de metano [$MCF_i * DOC_i * DOC_{F,i} * F_i * (16/12)$] (toneladas CH_4 /tonelada residuo)

donde, a su vez,

MCF_i = factor de corrección de metano en el año i (fracción)

DOC_i = fracción de carbono orgánico degradable (DOC) en el residuo depositado en el año “i” (toneladas C-biodegradable/tonelada residuo)

$DOC_{F,i}$ = fracción de DOC que se descompone en biogás

F_i = fracción, en volumen, de CH_4 en el biogás

16/12 = factor de conversión de masa de C a masa de CH_4

Los valores de los parámetros utilizados en la ecuación provienen de dos fuentes: de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC o del cuestionario remitido por el propio vertedero (en este último caso, siempre y cuando se sitúen en los rangos establecidos en la mencionada Guía). Los valores de los parámetros han sido ponderados por la cantidad de RU para obtener los valores medios efectivos de los mismos.

DOC: El carbono orgánico degradable contenido en los RU se ha obtenido aplicando la ecuación [8.2.2] que figura más abajo (ecuación 5.4 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC) a los datos sobre la composición tipológica. La información sobre estos datos procede, para los vertederos individualizados, de los datos plasmados en los correspondientes cuestionarios y, en su defecto, así como para los restantes vertederos, de la información sobre la composición tipológica media nacional que facilita la publicación “Medio Ambiente en España” (véase la tabla 8.2.3).

Para los residuos de procedencia distinta a la recogida directa domiciliaria se han utilizado los valores plasmados en los cuestionarios y en su defecto, una vez examinada la composición tipológica de los residuos de todos los vertederos individualizados, se han obtenido valores específicos propuestos por el equipo de trabajo del inventario tomando como referencia las tablas 2.4 y 2.5 del capítulo 2 de la Guía 2006 IPCC de DOC: i) rechazos de plantas de compostaje (0,2), ii) lodos de depuradora (0,175) y iii) otros (0,04).

Tabla 8.2.3.- Composición media nacional de RU (Cifras en %)

Año	Materia orgánica	Papel y cartón	Plásticos	Vidrio	Metales férricos	Metales no férricos	Madera	Textiles	Gomas y caucho	Pilas y baterías	Otros	DOC (%)
1950 - 1970	52,00	17,00	3,00	2,50	4,50	1,30	4,00	4,80	4,00	0,10	6,80	17,72
1971	51,86	17,29	3,43	2,57	4,43	1,26	3,86	4,80	3,86	0,11	6,53	17,77
1972	51,71	17,57	3,86	2,64	4,36	1,21	3,71	4,80	3,71	0,11	6,32	17,82
1973	51,57	17,86	4,29	2,71	4,29	1,17	3,57	4,80	3,57	0,12	6,05	17,87
1974	51,43	18,14	4,71	2,79	4,21	1,13	3,43	4,80	3,43	0,13	5,80	17,92
1975	51,29	18,43	5,14	2,86	4,14	1,09	3,29	4,80	3,29	0,14	5,53	17,97
1976	51,14	18,71	5,57	2,93	4,07	1,04	3,14	4,80	3,14	0,14	5,32	18,02
1977	51,00	19,00	6,00	3,00	4,00	1,00	3,00	4,80	3,00	0,15	5,05	18,07
1978	50,88	19,06	6,00	3,13	4,00	1,00	2,98	4,80	3,00	0,15	5,00	18,07
1979	50,75	19,13	6,00	3,25	4,00	1,00	2,95	4,80	3,00	0,15	4,97	18,07
1980	50,63	19,19	6,00	3,38	4,00	1,00	2,93	4,80	3,00	0,15	4,92	18,07
1981	50,50	19,25	6,00	3,50	4,00	1,00	2,90	4,80	3,00	0,15	4,90	18,06
1982	50,38	19,31	6,00	3,63	4,00	1,00	2,88	4,80	3,00	0,15	4,85	18,06
1983	50,25	19,38	6,00	3,75	4,00	1,00	2,85	4,80	3,00	0,15	4,82	18,06
1984	50,13	19,44	6,00	3,88	4,00	1,00	2,83	4,80	3,00	0,15	4,77	18,06
1985	50,00	19,50	6,00	4,00	4,00	1,00	2,80	4,80	3,00	0,15	4,75	18,06
1986	48,13	19,88	6,75	6,10	4,00	1,00	2,73	4,80	1,88	0,15	4,58	17,91
1987	48,75	19,75	6,50	5,40	4,00	1,00	2,76	4,80	2,25	0,15	4,64	17,96
1988	49,38	19,63	6,25	4,70	4,00	1,00	2,78	4,80	2,63	0,15	4,68	18,01
1989	47,50	20,00	7,00	6,80	4,00	1,00	2,71	4,80	1,50	0,15	4,54	17,86
1990	46,75	20,00	7,00	6,80	4,00	1,00	2,71	4,80	1,50	0,15	5,29	17,75
1991	46,00	20,00	7,00	6,80	4,00	1,00	2,71	4,80	1,50	0,15	6,04	17,63
1992	45,00	20,25	8,79	6,85	4,06	1,00	1,84	4,81	1,26	0,18	5,96	17,33
1993	44,00	20,50	10,57	6,90	4,12	1,00	0,96	4,82	1,02	0,20	5,91	17,02
1994	44,00	20,70	10,57	6,90	4,12	1,00	0,96	4,82	1,02	0,20	5,71	17,10
1995	44,00	20,85	10,58	6,95	3,81	1,00	0,98	4,91	1,01	0,20	5,71	17,20
1996	44,00	21,00	10,58	7,00	3,50	1,00	1,00	5,00	1,00	0,20	5,72	17,30
1997 - 2011	44,00	21,20	10,59	6,90	3,43	0,68	0,96	4,81	1,01	0,20	6,22	17,29

Nota: Se está estudiando la información del "Plan Piloto de Caracterización" realizado por el MAGRAMA durante el periodo 2011-2012 en el que se ha llevado a cabo el análisis de 378 muestras de distintas fracciones de residuos.

$$\text{Porcentaje de DOC (en masa)} = 0.4(A) + 0.17(B) + 0.15(C) + 0.30(D) \quad [8.2.2]$$

Para la aplicación de la ecuación [8.2.2] se ha asociado a las variables, (A), (B), (C) y (D) que aparecen en la misma, las siguientes categorías de componentes de los RU que figuran en la tabla 8.2.3.

- (A) Se le asocian los componentes "Papel y cartón" y "Textiles".
- (B) No se le asocia ningún compuesto de la tabla 8.2.3, ya que en esta variable deben reflejarse los residuos procedentes de parques y jardines y otros residuos orgánicos no alimenticios.
- (C) Se le asocia el componente "Materia orgánica".
- (D) Se le asocia el componente "Madera".

El porcentaje medio ponderado de DOC en vertederos gestionados es el siguiente:

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
17,18	16,87	16,50	16,14	16,13	16,04	16,14	16,12	15,99	15,95	15,77

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
15,73	15,88	15,85	16,02	16,00	16,24	16,26	16,79	17,15	17,31	17,81

Siguiendo las sugerencias del ERT (Expert Review Team) se aclaran las técnicas de inferencia aplicadas para completar la serie de composición tipológica de los residuos de recogida domiciliaria perteneciente a grandes vertederos individualizados. En concreto, se aplica la interpolación lineal entre el primer año del que facilita información el vertedero y el dato de la composición media nacional en el caso de que no se disponga de datos de años consecutivos. Para los años posteriores al informado se subroga la composición recogida en el cuestionario y, si no existe información de DOC en todo el periodo de actividad del vertedero, se recurre a la información sobre la composición tipológica media nacional que facilita la publicación “Medio Ambiente en España” (véase la tabla 8.2.3).

Se hace notar que en los vertederos de los que se recoge información de su actividad vía cuestionario individualizado figura la categoría “Restos de poda”, que se ha recabado en los mismos buscando una mayor precisión en la determinación del parámetro DOC.

MCF: La información sobre el factor corrector de metano en vertederos gestionados procede, para los vertederos individualizados, de los datos plasmados en los propios cuestionarios, siempre que se encuentren en el rango de variación admisible considerado dado en la tabla 5.2 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, y, en su defecto, así como para los restantes vertederos, del valor por defecto, $MCF = 1$, recomendado en la tabla 5.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. La media ponderada del factor corrector de metano en los vertederos con captación en el periodo 1990-2011 es 1.

Para los vertederos no-gestionados, se ha sumido un valor de $MCF = 0,8$ para los de más de 5 metros de profundidad y $MCF = 0,4$ para los de menos de 5 metros, como recomienda la Tabla 5.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

F: En cuanto a la fracción en volumen de CH_4 , en el biogás se procede igual que con los demás parámetros. Se toma en principio el valor reseñado por el vertedero, siempre que se encuentren en el rango de variación admisible considerado dado en la tabla 5.2 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, y, en su defecto el valor recomendado por la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC (0,5). La media ponderada del porcentaje de metano en vertederos gestionados es la siguiente:

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
50,49	50,52	50,55	50,57	50,98	50,91	50,93	50,86	51,13	51,05	50,72

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
50,82	51,01	50,41	50,69	50,55	50,04	49,96	50,32	50,59	50,94	51,05

DOC_F: La fracción de carbono orgánico degradable toma el valor recomendado por la Guía Buenas Prácticas 2000 IPCC (0,55). De los vertederos individualizados encuestados cinco han contestado a este parámetro, estando estos valores comprendidos entre 0,5 y 0,55.

K: La tasa constante de generación de metano toma el valor recomendado por la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC (0,05) a excepción de cuatro vertederos gestionados encuestados, cuya tasa es de 0,035; 0,08; 0,043 y 0,049 respectivamente.

Una vez estimado el metano generado (véase la tabla 8.2.4) se procede de la siguiente forma para calcular la emisión de dicho gas. En primer lugar se resta de la cantidad generada, G_t , la cantidad captada, C_t , que por ser destinada a otros usos, principalmente por su potencial energético como combustible, no se emitirá como metano sino normalmente como gases de la combustión del biogás. A la diferencia así calculada, $G_t - C_t$, que es el metano potencialmente emitido como tal, se le aplica el factor reductor de oxidación (1-OX), resultando como producto de ambos la cantidad estimada, E_t , de metano emitida (tabla 8.2.5), según se expresa en la ecuación [8.2.3] siguiente:

$$E_t = [G_t - C_t] * (1 - OX) \quad [8.2.3]$$

donde:

E_t = cantidad de CH_4 emitida en el año “t” de referencia del inventario (toneladas de CH_4 /año)

G_t = cantidad de CH_4 generada en el año “t” de referencia del inventario (toneladas de CH_4 /año)

C_t = cantidad de CH_4 recuperada en el año “t” de referencia del inventario (toneladas de CH_4 /año)

OX = factor de oxidación del metano generado y no recuperado (fracción)

OX: El factor de oxidación de metano generado y no recuperado toma el valor recomendado por la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC (0,1). Se ha obtenido información de tres vertederos, de los cuales tres vertederos han contestado 0,1 y el otro 0,07.

C_t : La recuperación se ha realizado durante alguno de los años del periodo 1990-2011 en 37 vertederos. La cantidad captada C_t se ha estimado como el mínimo entre el 70% del metano generado y la cantidad reportada en el cuestionario como captada o quemada (R_t); así $C_t = \min(0,7 * G; R_t)$.

Este porcentaje máximo de captación (70%) se estableció como una estimación intermedia conservadora de los rangos de captación que aparecen en los principales estudios mencionados en la página 3.19 del capítulo 3 de la Guía 2006 IPCC (Oak and Boom (1995), Scharff *et al* (2003) Spokas *et al.* (2006) and Diot *et al.* (2001)), pues la mayoría de los vertederos con recuperación de biogás tienen instalaciones modernas y el promedio podría estar centrado en el valor de 70%. Este umbral solo se utiliza para verificar los datos obtenidos del vertedero en el cuestionario ya que la cantidad de biogás captada será aceptada si el vertedero suministra información que demuestre que su eficiencia de captación está por encima del 70%.

Tabla 8.2.4.-Generación de biogás y metano en vertederos gestionados (Cifras en Mg)

AÑO	Vertederos individualizados		Vertederos no individualizados	
	Biogás generado	Metano generado	Biogás generado	Metano generado
1990	357.373	113.350	408.470	111.643
1991	409.883	131.815	412.075	112.628
1992	464.792	149.423	414.733	113.354
1993	519.703	167.045	419.958	114.783
1994	574.110	184.525	429.185	117.304
1995	628.650	202.082	443.375	121.183
1996	682.925	219.429	463.843	126.777
1997	737.806	236.958	486.189	132.885
1998	796.170	255.104	507.930	138.827
1999	858.381	268.611	529.869	144.823
2000	920.739	286.761	553.830	151.372
2001	980.157	304.302	578.599	158.142
2002	1.037.862	322.436	606.399	165.740
2003	1.146.442	335.282	633.945	173.269
2004	1.180.680	358.426	665.553	181.908
2005	1.249.223	371.235	705.093	192.715
2006	1.323.143	386.024	746.831	204.123
2007	1.396.812	400.576	787.731	215.302
2008	1.427.602	417.663	833.761	227.883
2009	1.475.127	431.294	879.440	240.368
2010	1.487.036	442.835	919.605	251.345
2011	1.532.434	445.338	961.400	262.769

Tabla 8.2.5.- Emisión y recuperación de CH₄ en vertederos gestionados (Cifras en Mg)

Año	Vertederos individualizados						Vertederos no individualizados	
	Metano generado	Metano quemado en antorchas	Metano con recuperación energética	Total captado	Metano emitido (fugado)	Número vertederos con captación	Metano generado	Metano emitido
1990	113.350	2.438	77	2.515	99.751	1	111.643	100.478
1991	131.815	3.131	106	3.237	115.719	1	112.628	101.365
1992	149.423	3.872	363	4.236	130.669	2	113.354	102.019
1993	167.045	5.200	945	6.145	144.810	3	114.783	103.304
1994	184.525	9.227	1.240	10.467	156.652	5	117.304	105.574
1995	202.082	6.697	5.173	11.870	171.191	6	121.183	109.065
1996	219.429	7.619	7.542	15.160	183.842	7	126.777	114.100
1997	236.958	8.659	8.442	17.101	197.871	8	132.885	119.596
1998	255.104	9.373	12.680	22.053	209.746	11	138.827	124.944
1999	268.611	10.112	15.283	25.395	218.894	13	144.823	130.341
2000	286.761	10.032	24.199	34.231	227.277	14	151.372	136.235
2001	304.302	10.918	26.114	37.032	240.543	17	158.142	142.328
2002	322.436	15.508	32.437	47.945	247.042	20	165.740	149.166
2003	335.282	15.660	56.279	71.940	237.008	26	173.269	155.942
2004	358.426	15.747	90.983	106.730	226.526	30	181.908	163.717
2005	371.235	21.565	90.433	111.998	233.313	32	192.715	173.444
2006	386.024	14.176	99.167	113.343	245.413	32	204.123	183.711
2007	400.576	13.909	102.469	116.378	255.778	34	215.302	193.772
2008	417.663	15.671	100.194	115.865	271.619	34	227.883	205.095
2009	431.294	12.963	104.727	117.690	282.244	36	240.368	216.331
2010	442.835	14.415	108.510	122.926	287.919	36	251.345	226.211
2011	445.338	19.127	108.728	127.855	285.735	37	262.769	236.492

De las emisiones de los contaminantes procedentes de la quema de metano en la captación del biogás en vertederos gestionados sólo se incluyen aquí las correspondientes a la quema en antorchas, es decir, cuando no se realiza valorización energética del biogás quemado, pues si se realiza valorización energética las emisiones correspondientes, incluidas en su caso las del combustible auxiliar de apoyo, se contabilizan en la categoría 1A1a del sector Energía. Las emisiones se han calculado multiplicando las toneladas de metano quemado por los factores de emisión correspondientes a antorchas (véase la tabla 8.2.6). Para el CH₄ los factores de emisión se han derivado de la información sobre porcentajes de eficiencia en la quema de hidrocarburos tomados de EPA AP-42 5ª Ed, tabla 2.4-3 del epígrafe 2.4 "Municipal Solid Waste Landfill", asumiendo que los complementos a la unidad de las eficiencias en la quema constituían las fracciones de fuga del metano. Para el N₂O el factor ha sido derivado por el equipo de trabajo del inventario a partir del factor del valor de 1,75 g N₂O/GJ_{PCI} del biogás referido en la publicación "Facteurs d'émission du protoxide d'azote pour les installations de combustion et les procédés industriels" del CITEPA. Por último, para NO_x y CO la fuente de información de los factores ha sido EPA AP-42 5ª Ed, tabla 2.4-4 del epígrafe 2.4 "Municipal Solid Waste Landfill".

En la tabla 8.2.6 se muestran los factores de emisión y en la tabla 8.2.7 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con lo expuesto en el párrafo anterior.

Tabla 8.2.6.- Vertederos gestionados con captación de biogás. Factores de emisión

	Antorchas	Unidad
CH ₄	8.000	g CH ₄ /t CH ₄
CO	17.545	g CO/t CH ₄
N ₂ O	90	g N ₂ O/t CH ₄
NO _x	950	g NO _x /t CH ₄

Tabla 8.2.7.- Emisiones (antorchas) por la quema de metano en vertederos gestionados con captación de biogás (Cifras en Mg)

Año	CH ₄	CO	NO _x	N ₂ O
1990	19,50	42,77	2,32	0,22
1991	25,05	54,93	2,98	0,28
1992	30,98	67,94	3,68	0,35
1993	41,60	91,23	4,94	0,47
1994	73,82	161,89	8,77	0,83
1995	53,57	117,49	6,36	0,60
1996	60,95	133,67	7,24	0,69
1997	69,27	151,92	8,23	0,78
1998	74,98	164,45	8,91	0,84
1999	80,90	177,42	9,61	0,91
2000	80,25	176,00	9,53	0,90
2001	87,35	191,56	10,38	0,98
2002	124,07	272,09	14,74	1,40
2003	125,28	274,76	14,88	1,41
2004	125,97	276,27	14,96	1,42
2005	172,52	378,36	20,49	1,94
2006	113,41	248,71	13,47	1,28
2007	111,27	244,03	13,22	1,25
2008	125,37	274,95	14,89	1,41
2009	103,70	227,43	12,32	1,17
2010	115,32	252,91	13,70	1,30
2011	153,02	335,58	18,18	1,72

En el caso de los vertederos no-gestionados, una fracción de su masa es quemada, al objeto de reducir volumen, y en tal caso se generan, además de las emisiones de biogás de la fracción de RU no quemada, las correspondientes a los contaminantes propios de la combustión de la fracción quemada.

Se hace notar que al igual que en ediciones anteriores del inventario, se ha tratado de informar de esta actividad en el CRF Reporter en la categoría 6C (Incineración de residuos. Sin embargo la imposibilidad de crear nodos con las actividades que están representadas en el 6.C.1 (Biogenic) lo ha impedido.

La estimación de las emisiones de la fracción quemada se realiza multiplicando la variable de actividad, convertida previamente de masa bruta a masa seca combustible², por los correspondientes factores de emisión. De la fracción seca combustible de los residuos quemados en vertederos no gestionados se considera que un 85% son de origen orgánico renovable y un 15% son de origen fósil³. El valor del factor de emisión de CO₂ para la fracción fósil de los residuos quemados se estima en 2.933 g CO₂/tonelada de fracción fósil de residuo quemado. A este valor se llega asumiendo un porcentaje de rendimiento de la combustión del 80% (así $2.933 = 0,8 * 1000 * 44/12$). Para el SO₂, NO_x, N₂O, metales pesados y contaminantes orgánicos persistentes se han tomado los mismos factores que para la incineración de RUs, mientras que para los COVNM, CH₄ y CO la información procede de la parte I, apartados 12.2.2 y 12.3 del Manual CORINAIR (1992).

8.2.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre asociada a las variables de actividad se cifra en un 30%, tanto en vertederos gestionados sin captación del biogás como no gestionados, motivada por la fiabilidad de la información de las fuentes de referencia "Medio Ambiente en España", los cuestionarios a vertederos individualizados y la incertidumbre en la fracción incinerada en vertederos no gestionados.

Para los parámetros que determinan el factor de emisión se asumen en general las incertidumbres propuestas en el apartado 5.7.1 del Volumen 5 de IPCC 2006, dando como resultado una incertidumbre en el factor de emisión estimada en 100. La contribución principal al elevado grado de incertidumbre en las emisiones proviene de la alta

² Para el paso a masa seca se utiliza el factor de escala de 0,52 (se asume un 48% de humedad) y para el paso de masa seca a masa seca combustible se aplica un factor de 0,83 (de la composición tipológica de los residuos se deduce que el 17% no es combustible).

³ A estos porcentajes se llega considerando los componentes combustibles de uno y otro origen que figuran en la fila del año 1990 de la tabla 8.2.3. En concreto se consideran combustibles de origen no fósil la materia orgánica (46,75%), el papel y cartón (20%), la madera (2,71%); por su parte se consideran combustibles de origen fósil los plásticos (7,0%); para los textiles (4,8%) se dividen entre fósil y no fósil en las proporciones de 0,5 y 0,5; para las gomas y cauchos (1,5%) se dividen entre fósil y no fósil en las proporciones de 0,5 y 0,5. Por otra parte como materia no combustible figura, además de la anteriormente indicada, las partidas correspondientes a vidrio (6,8%), metales férreos (4,0%), metales no férreos (1,0%), pilas (0,15%) y otros residuos (5,29%). Agrupando todas las partidas de materias combustibles resulta un total de materia combustible del 83% (87,7% no fósil y 12,3 fósil).

incertidumbre del factor de emisión. Esta incertidumbre en el factor de emisión se ve influenciada por los siguientes elementos: i) la composición de los residuos macroscópicos (sobre todo para los vertederos no individualizados), el cual determina la cantidad de DOC, y ii) la tasa de generación de metano (k). Los esfuerzos para reducir la incertidumbre se centran principalmente en la mejora de la caracterización de los flujos de residuos y en la identificación del factor K específico para cada tipo de residuo.

8.2.4.- Control de calidad y verificación

Se realiza un examen pormenorizado a los datos de vertederos gestionados que han cumplimentado el cuestionario, contrastando entre distintas fuentes el dato del depósito de residuos urbanos (cuestionario, Libro de Medio Ambiente y Comunidades Autónomas), comprobando las series temporales para detectar valores atípicos mediante métodos robustos de detección. También se comprueban las series temporales de los datos del biogás (generado, captado), contrastándose la información del biogás captado con recuperación energética con el dato de producción energética.

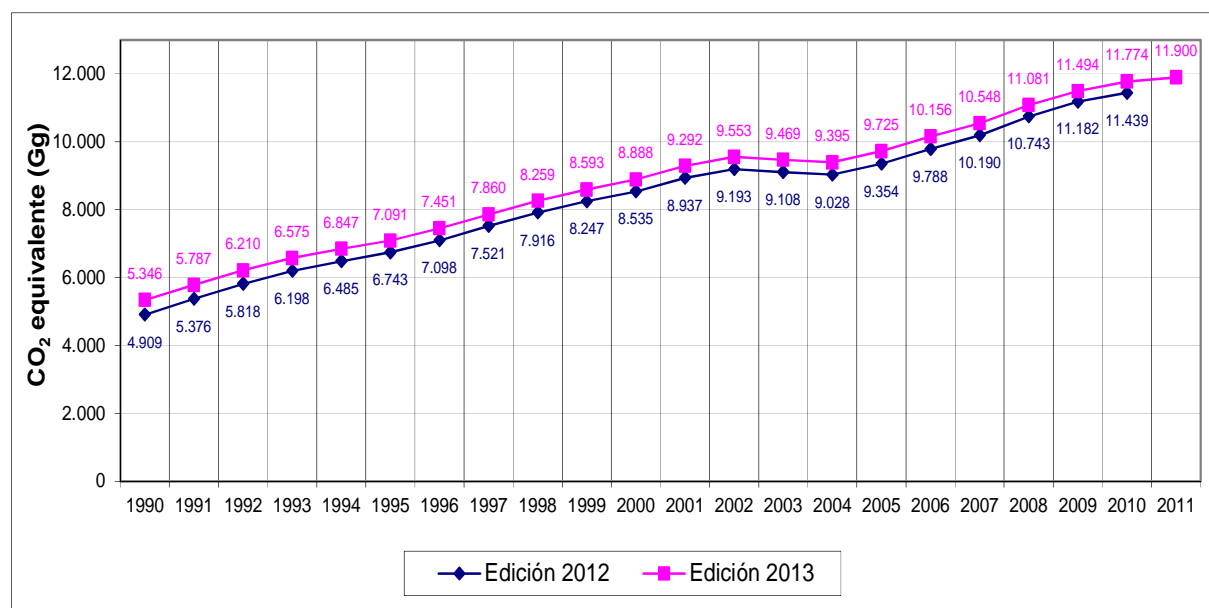
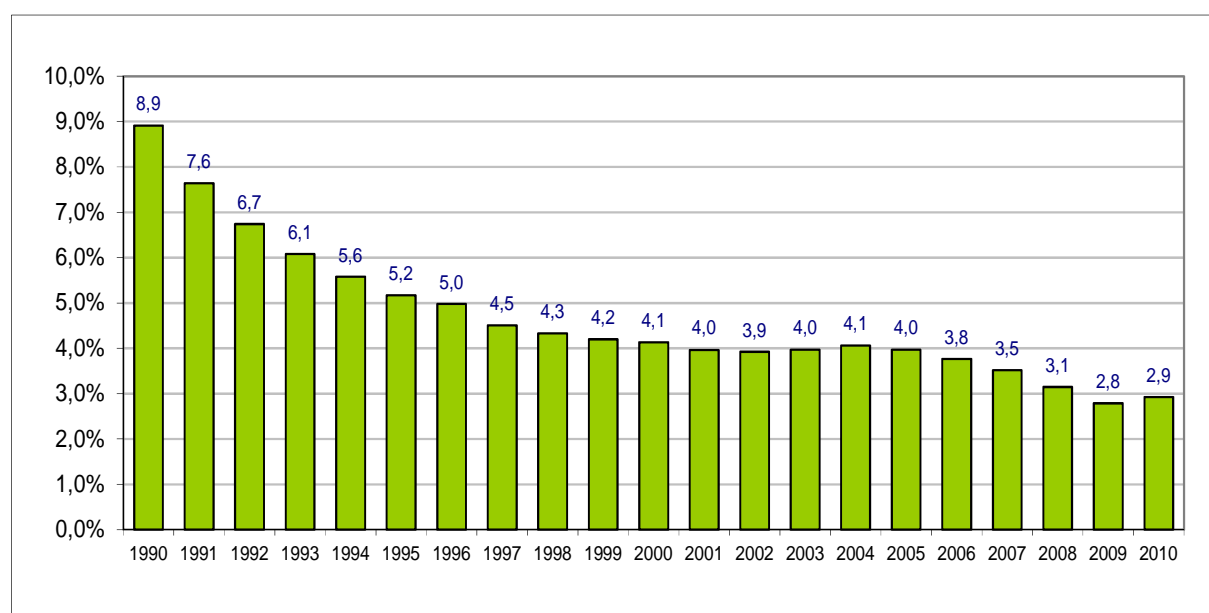
Se continúan analizando las series de todos los vertederos que aparecen en el libro "Medio Ambiente en España" y se ha contactado con los técnicos de la Subdirección General de Residuos para subsanar las carencias encontradas. En el análisis exploratorio de datos de los residuos depositados en los vertederos no gestionados se identificaron incoherencias en las series temporales de algunas comunidades autónomas en el enlace del intervalo 1990-2005 con el intervalo 2006-2011.

8.2.5.- Realización de nuevos cálculos

Se han efectuado también nuevos cálculos en todos aquellos vertederos en que se ha dispuesto de una versión actualizada de las variables de actividad o de los parámetros que intervienen en el algoritmo de estimación de las emisiones al haberse actualizado en las fuentes originales las cifras provisionales o simplemente proyectadas de la edición anterior. Se han incorporado los residuos depositados en vertedero desde el año 1950 para incluir como procesos generadores de las emisiones los residuos depositados hasta con 40 años previos al año base 1990.

Se ha actualizado la información estimada de la serie 2007-2011 de depósito en vertederos no gestionados con la información actualizada procedente de la Subdirección de Residuos y se ha llevado a cabo ajustes en las series de depósito de residuos en algunas comunidades autónomas para enlazar consistentemente las dos series.

La comparación de resultados de las emisiones de CO₂ equivalente entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos de valores absolutos en la figura 8.2.1 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 8.2.2. De la observación de los valores de la figura y tabla anteriores cabe destacar que los cambios incorporados en la presente edición del Inventario muestran una revisión al alza, con un diferencial creciente en términos absolutos y relativos que varía entre el 8,9% y el 2,9% de 2010. A esta variación contribuye la incorporación de los residuos depositados en vertedero desde el año 1950.

Figura 8.2.1.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Eds 2013 vs 2012**Figura 8.2.2.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs 2012**

8.2.6.- Planes de mejoras

Se seguirá profundizando en el trabajo ya iniciado en ediciones anteriores del inventario referente a la recogida directa e individualizada, vía cuestionario de información, sobre grandes vertederos que mayoritariamente recuperan biogás. También se incorporará la información suministrada por la Subdirección General de Residuos por los vertederos sin cuestionario individualizado. Con esa nueva información de base se mejorarán los contrastes

sobre parámetros de gestión de vertederos, así como las series de residuos depositados y captación de biogás con o sin recuperación energética en vertederos gestionados. Fruto de estos trabajos se considera que se derivará una mejora significativa de la calidad de la información y de la fiabilidad de las estimaciones de las correspondientes emisiones.

Se revisará la composición por defecto de los residuos depositados en vertederos a nivel nacional por composiciones por defecto a nivel de Comunidad Autónoma a partir de la información que han enviado vía cuestionario o adoptando los valores del “Plan Piloto de Caracterización” realizado por el MAGRAMA durante el periodo 2011-2012. También se estudiará la posibilidad de implementar la metodología que aparece en el “Manual de Referencia 2006” de IPCC para realizar una estimación más real y fiable de las emisiones. Se cuantificará la reducción de emisiones debido a la captación de biogás en vertederos no individualizados.

Asimismo, sigue en marcha el proceso de colaboración con la Subdirección General de Residuos del MAGRAMA para la mejora de información sobre el balance de uso y destino de los diferentes tipos de residuos, los procesos y gestión en vertederos y los tratamientos emergentes de residuos (compostaje, biometanización, etc.), así como el proceso de colaboración con los responsables técnicos del sector residuos de las CCAA para la aportación de nueva información contrastada sobre la composición tipológica de los residuos.

8.3.- Tratamiento de las aguas residuales de origen industrial y residencial-comercial - (CH₄) (6B)

8.3.1.- Descripción de la actividad emisora

En esta categoría se incluye el tratamiento de las aguas residuales tanto de origen industrial como de origen residencial-comercial.

a) Aguas de origen industrial

Se distingue en primer lugar, según la procedencia de la información, entre fuentes puntuales, para las que se dispone de información individualizada a nivel de planta, y fuentes de área, en las que la información aparece agregada por sector o subsector industrial.

La variable de actividad que se ha tomado para las fuentes puntuales, que comprenden las refinerías de petróleo y las plantas de fabricación de pasta de papel, ha sido el volumen de agua residual tratada, cuya información ha sido obtenida a través de cuestionarios individualizados y cuyo total se muestra en la tabla 8.3.1.a siguiente. En la edición 1990-2009 de Inventario se revisó la estimación de emisiones del periodo 1990-2000 del que no se disponía, ni se dispone, de información directa del volumen de agua tratada. Para ello se tomó el ratio volumen/producción (m³ de agua tratada/tonelada de pasta de papel producida) del año 2001, año para el que se disponía de esta información a través de los cuestionarios individualizados. Tomando el valor de ese ratio y los valores de la serie de producción de pasta de papel 1990-2000 procedente de los cuestionarios individualizados

se calcularon, para cada planta, los valores de volumen de agua residual tratada para el periodo 1990-2000. Para la presente edición (1990-2011) se ha modificado ligeramente el volumen de agua residual depurado durante el año 2010 debido a una actualización de la información disponible.

Tabla 8.3.1.a.- Aguas residuales industriales. Variables de actividad: Fuentes puntuales

VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL DEPURADO (m ³)								
1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
61.066.023	89.946.057	99.977.737	94.115.936	105.838.282	99.009.049	87.025.993	102.369.635	107.064.393

Por su parte, para las fuentes de área, que cubren los sectores de la industria agroalimentaria y de la industria química, la variable de actividad considerada ha sido la carga orgánica tanto de la línea de aguas como de la línea de lodos, expresada en términos de demanda química de oxígeno (DQO), y cuya información, así como la de los parámetros relevantes para el algoritmo de estimación de las emisiones, procede de los estudios de regulación de vertidos realizados por la antigua Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, con años de referencia 1994 para el sector de la industria agroalimentaria y 1996 para el sector de la industria química.

De dichos estudios se recopiló la información sobre: a) producción o consumo de materia prima principal, b) ratio de vertido, expresado en m³ de vertido por unidad de producto o materia prima principal, c) volumen de vertido, expresado en m³; d) ratio de carga orgánica por unidad de vertido, expresado en kg de DQO/m³ de agua residual vertida; y e) parámetro DS_{ind} que indica la fracción de la carga residual orgánica (DQO) retirada como lodos de la corriente de vertido tratada.

La información de base mencionada sobre estas fuentes de área se muestra en la tabla 8.3.1.b siguiente, en la que puede observarse el desglose de la misma por subsectores de actividad:

- Industria agroalimentaria: aceites vegetales, café, cárnicas, cerveza, conservas de pescado, conservas vegetales, lácteos, vinos y licores.
 - CNAE 15.4: Aceites vegetales
 - CNAE 15.86: Café
 - CNAE 15.1: Cárnicas
 - CNAE 15.96: Cerveza
 - CNAE 15.20: Conservas de pescado
 - CNAE 15.33: Conservas vegetales
 - CNAE 15.51: Lácteos
 - CNAE 15.93: Vinos

- CNAE 15.91: Licores
- Industria química: farmacia y química orgánica.
 - CNAE 24.41: Fabricación de productos farmacéuticos
 - CNAE 24.42: Fabricación de preparaciones farmacéuticas y otros productos farmacéuticos de uso medicinal
 - CNAE 24.14: Fabricación de productos básicos de química orgánica
 - CNAE 24.15: Fabricación de abonos y compuestos nitrogenados fertilizantes

Tabla 8.3.1.b.- Aguas residuales industriales. Variables de actividad: Fuentes de área

Sector Industrial	Subsector	Producción		Ratio de vertido		D _{ind} (kg DQO/m ³)	DS _{ind}
		Cantidad	Ud	Cantidad	Ud		
Alimentación (Año referencia 1994)	Aceites vegetales	10.482.798	Mg	6,00	m ³ /Mg	0,93	0,8
	Azúcar	1.339.999	Mg	3,25	m ³ /Mg	5,92	0,8
	Café	116.700	Mg	1,09	m ³ /Mg	2,20	0,8
	Cárnicas	934.000	Mg	8,70	m ³ /Mg	0,92	0,8
	Cerveza	24.280.003	HI	2,00	m ³ /HI	0,55	0,8
	Conservas de pescado	670.000	Mg	15,00	m ³ /Mg	2,67	0,8
	Conservas vegetales	14.749.998	Mg	15,00	m ³ /Mg	2,00	0,8
	Lácteos	4.765.900	Mg	2,00	m ³ /Mg	1,75	0,8
	Vinos y licores	38.235.555	HI	6,00	m ³ /HI	0,93	0,8
Química (Año referencia 1996)	Farmacia	59.800.653	m ³	0,93	m ³ /m ³	5,53	0,8
	CNAE: 24.41	54.804.020	m ³	0,955	m ³ /m ³	6	0,8
	CNAE: 24.42	4.996.634	m ³	0,6	m ³ /m ³	0,4	0,8
	Química orgánica	84.777.439	m ³	0,68	m ³ /m ³	1,46	0,8
	CNAE: 24.14	31.430.199	m ³	0,75	m ³ /m ³	3,68	0,8
	CNAE: 24.15	53.347.237	m ³	0,64	m ³ /m ³	0,16	0,8

Para obtener series temporales homogéneas de las variables de actividad para el conjunto del periodo 1990-2011 se proyectaron las cifras de producción de los años de referencia de cada uno de los dos sectores considerados, 1994 para el sector agroalimentario y 1996 para el sector químico, con los correspondientes índices de producción industrial que elabora el Instituto Nacional de Estadística (INE), véase tabla 8.3.1.c.

Tabla 8.3.1.c.- Índice de Producción Industrial

Año	ALIMENTACIÓN		QUÍMICA	
	Serie Original	Serie Normalizada	Serie Original	Serie Normalizada
1990	91,05	96,66	76,69	87,16
1991	92,81	98,52	76,57	87,02
1992	89,25	94,75	76,53	86,98
1993	90,63	96,21	75,29	85,57
1994	94,20	100	85,93	97,65
1995	92,63	98,33	87,94	99,94
1996	89,83	95,36	87,99	100
1997	96,61	102,56	94,08	106,91
1998	100,93	107,14	97,51	110,82
1999	100,84	107,05	101,43	115,27
2000	100,02	106,17	100,00	113,65
2001	100,36	106,54	100,84	114,6
2002	104,92	111,38	103,58	117,72
2003	107,33	113,94	108,00	122,74
2004	108,95	115,66	106,92	121,51
2005	110,63	117,44	106,93	121,53
2006	110,50	117,30	111,00	126,15
2007	110,20	116,99	112,71	128,09
2008	109,42	116,15	109,07	123,95
2009	100,72	106,92	96,38	109,53
2010	102,83	109,16	100,99	114,77
2011	102,73	109,06	101,21	115,02

b) Aguas de origen residencial-comercial

Para las aguas residuales de origen residencial-comercial, la variable de actividad seleccionada ha sido la carga orgánica, expresada en masa de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). Para el cálculo de dicha variable se ha utilizado, en esta última edición de Inventario, una nueva fuente de información disponible. A través del estudio “Estimación de la producción y tratamiento de lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales”, elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) para la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (actual DG de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, MAGRAMA), se ha podido contar con nueva información, para los años pares del periodo 1998-2008, sobre población equivalente tratada, sistemas de tratamiento de aguas y sistemas de tratamiento de lodos. Esta nueva información ha sido incorporada en la presente edición de Inventario, habiendo interpolado y extrapolado la información para el resto de años del periodo inventariado, lo que ha provocado una reestimación de las emisiones para todo el periodo 1990-2010. Esta nueva fuente de información ha permitido estimar con mayor precisión la variable de actividad, al poder contar con información más precisa acerca de la población equivalente tratada, y obtener unos factores de emisión más precisos según los diferentes sistemas de tratamiento aplicados, tanto para la línea de aguas como para la línea de lodos.

Para la carga orgánica degradable se ha asumido un valor de 300 mg DBO₅/litro de agua residual y un caudal de 200 litros/habitante equivalente y día, y 365 días de operación al año. El producto de esa concentración de carga (300 mg DBO₅/litro) por el referido caudal

diario (200 litros/habitante-equivalente y día) y por los 365 días del año da como resultado una carga, D_{dom} , de 21,9 kg DBO_5 /hab-eq y año, o de 60 g de DBO_5 /hab-eq y día, coincidente con la que aparece en la definición de carga por habitante-equivalente del apartado 6 del artículo 2 de la Directiva 91/271/CEE sobre *tratamiento de las aguas residuales urbanas*. En cuanto al parámetro DS_{dom} que representa la fracción de la carga orgánica (DBO_5) retirada como lodos de la corriente de vertido tratada se ha asumido un valor de 0,75. En la tabla 8.3.2 siguiente se muestran los valores de la variable de actividad final, toneladas de carga de DBO_5 por año, de las líneas de aguas (TOW_{dom}) y de lodos (TOS_{dom}) de estas aguas residuales de origen residencial-comercial.

Tabla 8.3.2.- Aguas residuales origen residencial-comercial. Variables de actividad

Año	Población (Hab. Eq.Trat.)	D_{dom}	DS_{dom}	TOW_{dom} (t DBO_5 año)	TOS_{dom} (t DBO_5 año)
1990	28.640.273	21,9	0,75	156.806	470.416
1991	29.596.376	21,9	0,75	162.041	486.120
1992	30.688.797	21,9	0,75	168.020	504.062
1993	31.597.079	21,9	0,75	172.994	518.980
1994	32.505.093	21,9	0,75	177.963	533.896
1995	33.413.316	21,9	0,75	182.937	548.812
1996	34.368.074	21,9	0,75	188.165	564.494
1997	35.323.998	21,9	0,75	193.398	580.197
1998	37.957.394	21,9	0,75	207.816	623.449
1999	41.437.498	21,9	0,75	226.871	680.612
2000	44.917.601	21,9	0,75	245.926	737.772
2001	48.165.808	21,9	0,75	263.709	791.123
2002	51.414.015	21,9	0,75	281.489	844.475
2003	54.388.368	21,9	0,75	297.774	893.330
2004	57.444.024	21,9	0,75	314.504	943.520
2005	59.407.267	21,9	0,75	325.251	975.764
2006	61.370.464	21,9	0,75	336.001	1.008.010
2007	62.093.972	21,9	0,75	339.960	1.019.894
2008	62.817.221	21,9	0,75	343.921	1.031.773
2009	63.661.086	21,9	0,75	348.545	1.045.636
2010	64.195.152	21,9	0,75	351.468	1.054.402
2011	64.575.565	21,9	0,75	353.553	1.060.656

En la tabla 8.3.3 se muestran para esta categoría del tratamiento de las aguas residuales (industriales + doméstico-comerciales) las emisiones absolutas, en masa de CH_4 (primera fila) y de CO_2 -eq (segunda fila), las emisiones en términos de índice temporal de CO_2 -eq (tercera fila) y la ponderación (en porcentaje) de estas emisiones con relación a las emisiones, en términos de CO_2 -eq, del total del inventario (fila cuarta) y del sector residuos (fila quinta).

Tabla 8.3.3.- Emisiones: Valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CH_4 (Gg)	27	29	32	36	36	35	33	34	34
CO_2 -eq (Gg)	1.634	1.617	1.736	1.923	1.970	1.978	1.930	1.954	1.957
Índice CO_2 -eq	100	99,0	106,2	117,7	120,5	121,0	118,1	119,5	119,8
% CO_2 -eq sobre total inventario	0,58	0,52	0,46	0,44	0,46	0,50	0,53	0,56	0,56
% CO_2 -eq sobre sector residuos	22,3	18,1	16,1	16,4	15,6	15,1	14,3	14,2	14,1

8.3.2.- Aspectos metodológicos

Para las fuentes puntuales industriales, con cuestionarios individualizados por planta, el factor de emisión de metano seleccionado, referido al volumen de agua residual tratada, procede de la tabla 2 del capítulo B9101 del Libro Guía EMEP/CORINAIR.

Para las fuentes de área, con información basada en estudios o estadísticas sectoriales sin datos individualizados por plantas, se ha aplicado la metodología de la sección 6.2 de las Guías 2006 IPCC.

Las emisiones, computando las contribuciones de las líneas de aguas y de lodos, se obtienen como producto de la carga orgánica degradable (aguas y lodos) por los factores de emisión de metano. A su vez, los factores de emisión de metano se expresan como el producto del respectivo parámetro B_0 de capacidad máxima de producción de metano por el factor ponderado de conversión a metano, MCFP.

Los valores adoptados de los parámetros requeridos por los algoritmos que expresan los factores de emisión en las líneas de aguas y lodos se reseñan en los apartados que siguen, diferenciando en su caso entre las aguas de origen industrial y las de origen residencial-comercial.

B_0 , Capacidad máxima de producción de metano

Para la capacidad máxima de producción de metano (B_0), ya sea en la línea de agua como en la de lodos, se han tomado los valores por defecto recomendados en la tabla 6.2 de las Guías 2006 IPCC, y que son:

- 0,25 kg CH_4 /kg de DQO para las aguas de origen industrial
- 0,60 kg CH_4 /kg de DBO_5 para las aguas de origen residencial-comercial

MCFP, Factor ponderado de conversión a metano

El factor ponderado de conversión de metano, MCFP, se ha calculado, de acuerdo con la ecuación 5.8 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, como el sumatorio, extendido a los diferentes sistemas de tratamiento, de los productos del factor de conversión de metano (MCF) correspondiente a cada sistema de tratamiento por la fracción (WS-aguas o SS-lodos) que de la corriente tratada se realiza en el correspondiente sistema, diferenciando entre la línea de tratamiento de aguas, subíndice "i", y la línea de tratamiento de lodos, subíndice "j", según se especifica a continuación para las aguas de origen industrial y para las aguas de origen residencial-comercial.

a) Aguas de origen industrial

- En la línea de aguas $\sum_x (WS_{ix} \times MCF_x) = (0,33 \times 0) + (0,67 \times 0,15),$

donde el primer producto corresponde al tratamiento aeróbico y el segundo al anaeróbico.

- En la línea de lodos $\sum_y (SS_{jy} \times MCF_y) = (0,5 \times 0) + (0,5 \times 0,3),$

donde, análogamente a la línea de aguas, el primer producto corresponde al tratamiento aeróbico y el segundo al anaeróbico.

b) Aguas de origen residencial-comercial

- En la línea de aguas $\sum_x (WS_{ix} \times MCF_x)$

donde los nuevos valores de WS han sido obtenidos del estudio “Estimación de la producción y tratamiento de lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales” y los correspondientes valores de MCF de la tabla 6.3 de las Guías 2006 IPCC. Con la nueva información disponible se ha podido diferenciar entre diferentes tipos de tratamiento aerobio y anaerobio, lo que ha permitido determinar factores de emisión más precisos..

- En la línea de lodos $\sum_y (SS_{jy} \times MCF_y)$

donde los nuevos valores de SS y MCF se han obtenido de forma análoga a la línea de aguas.

FE, Factor de emisión de metano

El factor de emisión de metano, FE, se ha calculado, de acuerdo con la ecuación 6.2 de las Guías 2006 IPCC, como el producto de los respectivos valores de B_0 y de MCFP más arriba presentados para las aguas de origen industrial y de origen residencial-comercial, y en los que para cada una de ellas se computaban las contribuciones de las líneas de aguas y de lodos. Así los factores se pueden expresar como se indica en las tablas 8.3.4.a., 8.3.4.b y 8.3.5 siguientes. Los factores de emisión de las tablas 8.3.4.a. y 8.3.5 son los valores obtenidos como cociente entre la emisión calculada y el volumen de agua tratada y la carga orgánica total tratada, respectivamente.

a) Aguas de origen industrial

Tabla 8.3.4.a.- Aguas residuales industriales. Factores de emisión: Fuentes de área
(Cifras en g CH₄/Unidad de producción⁴)

SECTOR INDUSTRIAL	SUBSECTOR	FACTOR EMISIÓN
QUÍMICA	FARMACIA	105,56
	QUÍMICA ORGÁNICA	21,78
ALIMENTACIÓN	ACEITES VEGETALES	112,14
	AZÚCAR	385,48
	CAFÉ	48,06
	CÁRNICAS	161,00
	CERVEZA	22,03
	CONSERVAS DE PESCADO	801,00
	CONSERVAS VEGETALES	600,75
	LÁCTEOS	70,09
	VINOS Y LICORES	112,14

Tabla 8.3.4.b.- Aguas residuales industriales. Factores de emisión: Fuentes puntuales

Sectores: Refino de petróleo y pasta de papel	
3,7	g CH ₄ /m ³ agua tratada

b) Aguas de origen residencial-comercial

Tabla 8.3.5.- Aguas residuales origen residencial-comercial. Factores de emisión
(Cifras en g CH₄/kg DBO₅)

Año	EFw	EFs
1990	11,43	3,81
1991	11,48	3,82
1992	11,48	3,81
1993	11,52	3,82
1994	11,54	3,81
1995	11,55	3,80
1996	11,53	3,78
1997	11,51	3,76
1998	11,23	3,62
1999	11,38	3,40
2000	10,15	3,04
2001	9,96	3,00
2002	9,57	2,72
2003	9,31	3,09
2004	9,06	3,44
2005	8,93	3,32
2006	8,78	3,20
2007	8,35	3,16
2008	7,92	3,12
2009	7,93	3,00
2010	7,92	3,00
2011	7,90	3,00

⁴ Véase tabla 8.3.1.b para identificar la unidad de producción considerada para cada sector industrial.

EE, Emisiones brutas, recuperación de metano y emisiones netas

a) Aguas de origen industrial

El algoritmo se completa estimando en primer lugar las emisiones brutas, EB, como sumatorio de los productos de: a) la variable de actividad, expresada como volumen de vertido para las aguas industriales de fuentes puntuales y masa de DQO para las aguas industriales de fuentes de área y b) el correspondiente factor de emisión.

En segundo lugar se descuenta de EB, si tal fuera el caso, la cantidad, R, de metano recuperada, obteniendo así la cifra estimada, EN, de emisiones netas.

Para las aguas residuales industriales de fuentes de área se estima que la cantidad de CH₄ recuperada es el 50% en la línea de lodos y que no hay recuperación en la línea de aguas; y en las fuentes puntuales se asume, al carecerse de información al respecto, que no se realiza recuperación.

b) Aguas de origen residencial-comercial

La nueva información disponible ha permitido establecer un algoritmo de cálculo más preciso en lo que a las emisiones brutas, netas y recuperación de metano se refiere. Actualmente se dispone de mejor información respecto a los diferentes sistemas de tratamiento aplicados tanto a la línea de aguas como de lodos, lo que ha permitido conocer con mayor precisión la cantidad de metano generado según los diferentes sistemas de tratamiento, no teniendo que hacer distinción únicamente entre tratamientos aerobios y/o anaerobios. De esta forma, en el caso de la línea de aguas, se ha considerado que la cantidad de metano captada es cero; para el caso de la línea de lodos, se ha considerado que la cantidad de metano captada es del 100% de la cantidad de biogás generada en procesos anaerobios cerrados y controlados (digestores anaerobios) y que la captación es nula (0%) en el caso de que los lodos sean tratados en sistemas de lagunaje anaerobios. Véase tabla 8.3.6.

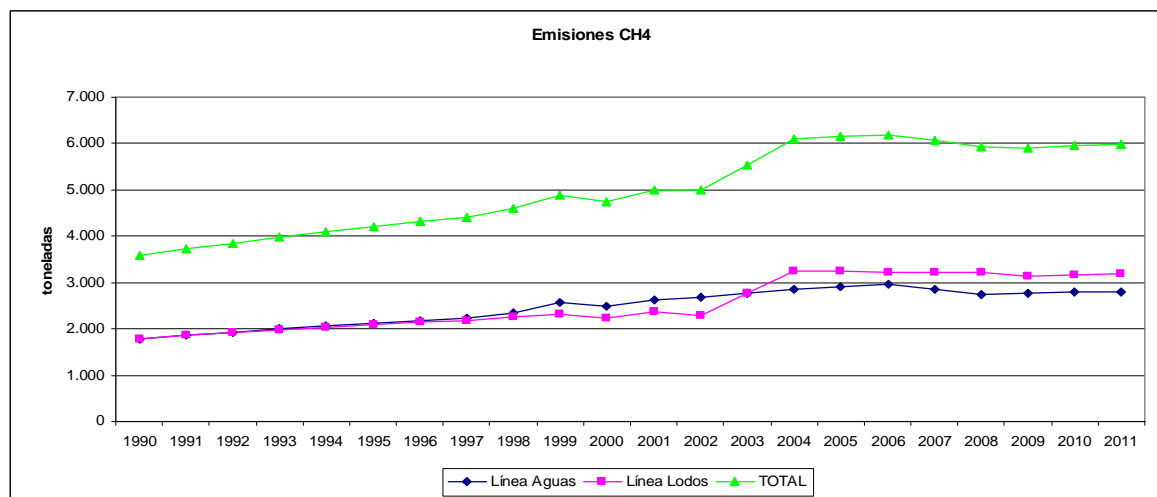
Tabla 8.3.6.- Información sistemas de tratamiento y recuperación de CH₄ (datos en %)

Año	Tratamiento aerobio aguas	Tratamiento anaerobio aguas	Tratamiento aerobio lodos	Tratamiento anaerobio lodos	CH ₄ recuperado línea aguas	CH ₄ recuperado línea lodos
1990	97,82	2,18	46,70	53,30	0,00	98,5
1991	97,81	2,19	46,55	53,45	0,00	98,5
1992	97,81	2,19	46,29	53,71	0,00	98,5
1993	97,80	2,20	46,18	53,82	0,00	98,5
1994	97,79	2,21	46,06	53,94	0,00	98,5
1995	97,79	2,21	45,94	54,06	0,00	98,5
1996	97,80	2,20	45,78	54,22	0,00	98,5
1997	97,80	2,20	45,62	54,38	0,00	98,6
1998	97,87	2,13	45,56	54,44	0,00	98,6
1999	97,84	2,16	45,83	54,17	0,00	98,7
2000	98,15	1,85	44,24	55,76	0,00	98,9
2001	98,20	1,80	45,64	54,36	0,00	98,9
2002	98,30	1,70	45,58	54,42	0,00	99,0
2003	98,37	1,63	46,14	53,86	0,00	98,8
2004	98,43	1,57	46,32	53,68	0,00	98,7
2005	98,47	1,53	48,37	51,63	0,00	98,7
2006	98,51	1,49	50,75	49,25	0,00	98,6
2007	98,62	1,38	50,91	49,09	0,00	98,7
2008	98,73	1,27	51,08	48,92	0,00	98,7
2009	98,73	1,27	51,32	48,68	0,00	98,7
2010	98,73	1,27	51,33	48,67	0,00	98,7
2011	98,73	1,27	51,29	48,71	0,00	98,7

A continuación, en la tabla 8.3.7 y la gráfica 8.3.1, se muestra la evolución de las emisiones, para todo el periodo inventariado, tanto para el conjunto de la actividad como para las líneas de aguas y de lodos.

Tabla 8.3.7.- Evolución emisiones de CH₄ (datos en %)

Año	Línea de aguas			Línea de lodos		
	Metano generado	Metano recuperado	Emisiones CH ₄	Metano generado	Metano recuperado	Emisiones CH ₄
1990	1.792	0	1.792	120.344	118.560	1.785
1991	1.861	0	1.861	124.708	122.856	1.852
1992	1.929	0	1.929	129.954	128.038	1.916
1993	1.992	0	1.992	134.077	132.102	1.975
1994	2.053	0	2.053	138.228	136.198	2.030
1995	2.112	0	2.112	142.410	140.329	2.082
1996	2.170	0	2.170	146.913	144.783	2.130
1997	2.226	0	2.226	151.452	149.277	2.175
1998	2.335	0	2.335	162.923	160.674	2.249
1999	2.581	0	2.581	176.971	174.663	2.308
2000	2.496	0	2.496	197.480	195.244	2.236
2001	2.627	0	2.627	206.425	204.057	2.367
2002	2.695	0	2.695	220.602	218.310	2.292
2003	2.773	0	2.773	230.957	228.194	2.763
2004	2.850	0	2.850	243.128	239.878	3.250
2005	2.904	0	2.904	241.826	238.591	3.235
2006	2.952	0	2.952	238.293	235.054	3.239
2007	2.839	0	2.839	240.309	237.083	3.227
2008	2.724	0	2.724	242.281	239.056	3.224
2009	2.762	0	2.762	244.332	241.188	3.144
2010	2.782	0	2.782	246.342	243.172	3.170
2011	2.793	0	2.793	248.007	244.822	3.184

Figura 8.3.1.- Emisiones de CH₄

Como puede observarse en la gráfica 8.3.1, las emisiones de CH₄ en la línea de lodos experimentan un notable aumento en el año 2004 respecto a 2002. La nueva fuente de información disponible para elaborar el Inventario es el estudio “Estimación de la producción y tratamiento de lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales”, elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) para el anterior Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Dicho estudio utiliza como fuentes de información: i) la base de datos sobre estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas de que dispone la Dirección General del Agua (DG-Agua) y ii) el Registro Nacional de Lodos; fuentes a partir de las cuales elabora y facilita la información desglosada a nivel provincial. En una de estas provincias se puede observar como, del año 2002 al 2004, se produce un cambio en el sistema de reparto entre los diferentes tipos de tratamiento aplicados en los lodos. Concretamente se pasa de tratar un 0% de los lodos mediante sistemas de lagunaje en 2002 a un 24,2% en 2004. Según los criterios establecidos por el equipo de Inventario para determinar las emisiones a partir de la información disponible en el mencionado estudio, se considera que el 50% de las lagunas son de tipo anaerobio y que todo el biogás generado en estas lagunas es emitido (se considera captación nula para este tipo de sistemas de tratamiento). Este hecho, combinado con el aumento de la población equivalente tratada en el transcurso de esos dos años y, por tanto, de la carga orgánica a tratar, provocan el notable aumento observado en las emisiones generadas en la línea de lodos.

Con objeto de verificar esta información de base utilizada para la elaboración del estudio, se harán las consultas precisas a la fuente de información mencionada anteriormente (DG-Agua).

El consumo humano de proteínas (como emisor de N₂O)

La metodología seguida para el cálculo de las emisiones de óxido nitroso es la propuesta en el Manual de Referencia de IPCC. El consumo de proteínas (tabla 8.3.8) se actualizó en la edición 1990-2009 para la serie temporal 1990-2008 con la nueva información facilitada por la Dirección General de Industria y Mercados Alimentarios del

Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. La nueva información consta del consumo alimentario humano de proteína, tanto en hogares como extradoméstico, expresado en toneladas totales, para la población de referencia del estudio de la Dieta Alimentaria en España. Sobre la base de esa información se ha escalado el consumo total de proteína multiplicando en cada año el consumo total de proteína del estudio de la Dieta Alimentaria en España por el ratio entre la población de referencia del inventario y la población de referencia del estudio de la Dieta Alimentaria en España.

Los valores de los parámetros requeridos por el algoritmo de cálculo de estimación de las emisiones son los valores propuestos por el Manual: la fracción de nitrógeno en la proteína es 0,16 kg N/kg proteína y el factor de emisión es 0,01 kg N₂O-N/kg N en las aguas de saneamiento. Para la población se ha tomado la serie del Instituto Nacional de Estadística, ubicada en la sección “Estimaciones de la población actual de España” de la página web del INE, estimada a 1 de julio, para el periodo 2002-2011. Para el periodo 1990-2001, la población se ha tomado de la sección “Estimaciones intercensales de la población”, también estimada a 1 de julio, del Instituto Nacional de Estadística.

Tabla 8.3.8.- Consumo humano de proteínas medio nacional (Cifras en g/hab/día)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
97,0	90,3	93,3	95,1	94,9	95,0	95,1	95,2	95,3

8.3.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre asociada a las variables de actividad es presumiblemente elevada tanto en las aguas de origen industrial como también en las de origen residencial-comercial. Para las primeras, la información básica se refiere a años en la mitad de la década de los 90, a partir de los cuales se estimaron las series temporales 1990-2011 por interpolación y extrapolación mediante la aplicación de los correspondientes índices de producción industrial. Para las aguas de origen residencial-comercial, la información de base procede, para los años pares del periodo 1998-2008, del estudio “Estimación de la producción y tratamiento de lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales” elaborado por el CEDEX, habiéndose utilizado procedimientos de interpolación y extrapolación para el resto de años del periodo inventariado. En conjunto podría asumirse un factor de tres.

Para los parámetros que determinan el factor de emisión se asumen en general las incertidumbres propuestas en las tablas 6.7 y 6.10 de las Guías 2006 IPCC.

Las series de las variables de base recogidas en el algoritmo de estimación de las emisiones se consideran temporalmente homogéneas por provenir de estadísticas anuales con sus correspondientes controles de calidad (caso del Índice de Producción Industrial del INE, la población española del INE, los volúmenes de agua tratada y producciones de los focos puntuales tomados de los cuestionarios individualizados a plantas). En consecuencia con lo anterior y dada la estabilidad temporal del algoritmo de estimación de emisiones, se consideran también temporalmente homogéneas las series de emisiones estimadas.

8.3.4.- Control de calidad y verificación

El control de calidad se ha centrado en la contrastación de la coherencia intrínseca del algoritmo de estimación de emisiones aplicado a los tratamientos de las aguas según su origen y fuente de información. No se ha implantado hasta ahora un control adicional sobre la evolución de las variables de actividad y otros parámetros relevantes en la determinación de los factores de emisión.

8.3.5.- Realización de nuevos cálculos

Para la presente edición 1990-2011 se ha llevado a cabo la actualización tanto de las variables de actividad como de los factores de emisión para el tratamiento de las aguas residuales de origen residencial-comercial, lo cual afecta a las emisiones de CH₄ para todo el periodo inventariado (1990-2010). Además, se ha llevado a cabo una actualización en el volumen de agua residual industrial de uno de los focos puntuales, lo que ha afectado a las emisiones del año 2010.

La comparación de resultados de las emisiones de CO₂ equivalente entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos de valores absolutos en la figura 8.3.28.3.1 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 8.3.38.3.2. Como puede observarse en ambas figuras, no se han producido recálculos en esta edición.

Figura 8.3.2.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Ed 2013 vs Ed 2012

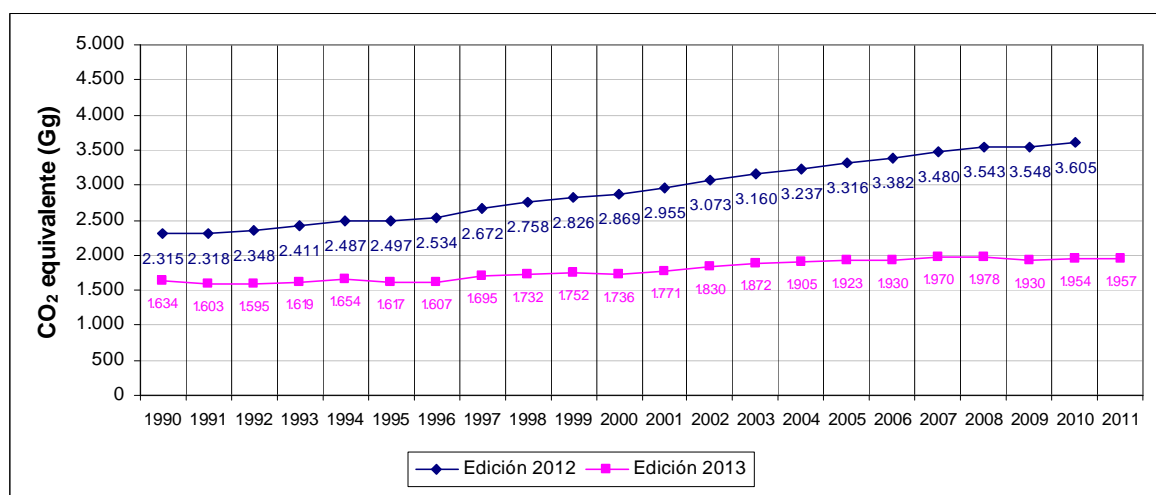
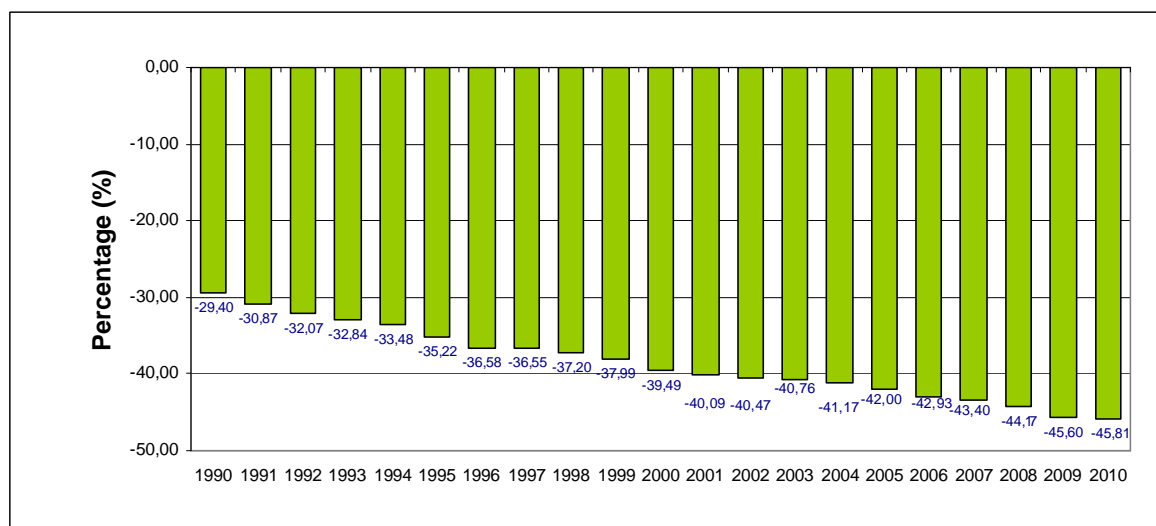


Figura 8.3.3.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Ed 2013 vs Ed 2012

8.3.6.- Planes de mejora

Reconocida la incertidumbre actualmente asociada para el tratamiento de aguas residuales industriales, se considera prioritario continuar con la colaboración de la Dirección General del Agua del MAGRAMA. Actualmente existe una vía de colaboración con la Subdirección General para la Gestión Integral del Dominio Público Hidráulico (SGGIDPH) para mejorar la información referente al tratamiento de las aguas residuales industriales. Por otro lado, en línea con la mejora de información incorporada en la presente edición para el tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico-comercial, se espera poder disponer de una actualización con datos para el año 2010 del estudio elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) para los años pares del periodo 1998-2008. Adicionalmente se realizarán a esta misma fuente dos consultas: i) una para estudiar la posibilidad de poder diferenciar geográficamente, tal y como recomienda el equipo revisor, las emisiones de N₂O procedentes del consumo de proteína humano; ii) otra que permita conocer, para todo el periodo inventariado, una distribución porcentual de los sistemas de quema/aprovechamiento energético del biogás captado en las EDARs. También se está trabajando para poder incorporar, en la estimación de las emisiones de N₂O debidas al consumo de proteína humano, la metodología facilitada en las Guías 2006 IPCC, la cual permite una estimación más precisa pero que requiere de una información adicional sobre la que se está trabajando ya para su incorporación en la próxima edición de Inventario (1990-2012).

8.4.- Otras categorías no clave

En este epígrafe 8.4 se presenta la información de otras actividades del sector residuos que no tienen la categoría de fuente clave ni por el nivel ni por la tendencia. En el sub-epígrafe 8.4.1 se presentan las relacionadas con la Incineración de residuos (categoría 6C).

Las emisiones en términos de CO₂-eq de esta categoría 6C ya fueron presentadas en la tabla 8.1.1 y en la figura 8.1.1.

8.4.1.- Incineración de residuos (6C)

8.4.1.1.- Descripción de la actividad emisora

En esta categoría se han estimado las emisiones producidas por las incineraciones de cadáveres, de residuos hospitalarios, de residuos urbanos cuando no se realiza valorización energética de los mismos y de lodos provenientes de la depuración de aguas residuales. Las emisiones provenientes de la incineración de residuos industriales se encuentran contabilizadas en el sector de Energía al practicarse la combustión con recuperación energética.

En la tabla 8.4.1 se muestran para esta categoría las emisiones absolutas, en masa de CO₂ (primera fila) y de CO₂-eq (segunda fila), las emisiones en términos de índice temporal de CO₂-eq (tercera fila) y la ponderación (en porcentaje) de estas emisiones con relación a las emisiones, en términos de CO₂-eq, del total del inventario (fila cuarta) y del sector residuos (fila quinta).

El descenso tan significativo en el nivel de emisiones que se registra hasta el año 2004 viene determinado esencialmente, como se verá más adelante, por el traslado desde el sector “Residuos” al sector “Energía” de la contabilización de las emisiones de la incineración de los residuos sólidos urbanos a medida que dicha incineración se realiza con valorización energética y por la disminución de los residuos hospitalarios incinerados en España. El notable aumento observado en los años 2007 y 2008 viene determinado por la cantidad de lodos de EDARs incinerados, que para esos dos años tiene un aumento significativo.

Tabla 8.4.1.- Emisiones de CO₂ equivalente: valores absolutos, índices y contribuciones relativas

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CO ₂ (Gg)	78	26	12	3,7	2,9	3,1	3,1	3,1	3,1
CO ₂ -eq (Gg)	88	34	23	9,3	15,4	15,4	11,6	11,6	11,6
Índice CO ₂ -eq	100,0	38,4	26,0	10,5	17,4	17,5	13,2	13,1	13,2
% CO ₂ -eq sobre total inventario	0,031	0,011	0,006	0,002	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003
% CO ₂ -eq sobre sector residuos	1,21	0,38	0,21	0,08	0,12	0,12	0,09	0,08	0,08

8.4.1.2.- Aspectos metodológicos

A continuación se detalla, para cada una de las actividades consideradas, la metodología seguida para estimar las emisiones de CO₂ y de los gases minoritarios (CH₄ y N₂O).

a) Incineración de cadáveres

La incineración de cadáveres humanos en los crematorios es actualmente la principal actividad que contribuye a las emisiones de CO₂. Las emisiones de CO₂ de esta actividad son debidas a la quema del combustible auxiliar empleado y de otros elementos materiales, no debidas a la incineración de los cadáveres propiamente dichos.

La cremación en España es una práctica de introducción relativamente reciente y de uso todavía limitado, aunque creciente como se puede comprobar en la tabla 8.4.2, donde se muestra la evolución del número de cadáveres incinerados, y cuya información había sido facilitada, hasta la edición 1990-2009, por la Federación Europea de Servicios Funerarios⁵. El flujo de información a través de esta fuente se vio interrumpido y desde la pasada edición, 1990-2010, se comenzó el contacto con empresas y asociaciones del sector para establecer nuevos convenios de colaboración para la solicitud de información. Durante la elaboración de la presente edición, 1990-2011, se contactó con la Asociación Nacional de de Servicios Funerarios (PANASEF), la que se ha considerado como la mejor fuente de información disponible actualmente para cubrir las necesidades del Inventario para esta actividad. La información recibida para la presente edición de esta nueva fuente de información no ha podido ser procesada adecuadamente a fecha de cierre de Inventario, motivo por el que se ha replicado el dato de variable de actividad de los últimos años, teniendo como objetivo el poder disponer de la información actualizada para la próxima edición (1990-2012).

Tabla 8.4.2.- Incineración de cadáveres. Variables de actividad

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
5.686	15.413	48.737	75.493	74.631	80.420	80.420	80.420	80.420

Es importante reseñar que, debido a que la unidad de la información de base requerida en el CRF-Reporter viene expresada en términos de masa y no de personas incineradas, se ha considerado un peso medio por cadáver de 65 kg⁶ para realizar la conversión de unidades.

La información sobre los factores de emisión se ha tomado de los datos declarados por los crematorios del Municipio de Madrid para la elaboración del Inventario de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera de este Municipio. Estos factores son los siguientes: SO₂ (13 g/c.i.), NO_x (156 g/c.i.), COVNM (14,6 g/c.i.), CH₄ (0,08 g/c.i.), CO (725 g/c.i.), CO₂ (39 kg/c.i.) y NH₃ (3,2 g/c.i.).

⁵ A través de un miembro del Comité de Trabajo de Cementerios Estadísticas e Incineración

⁶ Este es el valor indicado en la nota 1 a pie de página de la tabla 8.1 del capítulo B991-7 del Libro Guía EMEP/CORINAIR.

b) Incineración de residuos hospitalarios

Los residuos hospitalarios objeto de posible tratamiento mediante incineración son los residuos hospitalarios de bajo potencial de infección (Grupo III) y los residuos denominados “*residuos citotóxicos*” que presentan un alto potencial de infección (Grupo IV).

Los residuos del Grupo III pueden ser tratados mediante procedimientos de esterilización sin necesidad de recurrir a la incineración como práctica para su control. En España, durante la década de los noventa era habitual incinerar este tipo de residuos, pero con posterioridad la práctica de la incineración ha ido sustituyéndose por la esterilización. Los residuos del Grupo IV deben ser siempre incinerados para su correcto tratamiento.

La estimación de la cantidad generada de este tipo de residuos se realiza a partir del número de camas hospitalarias, multiplicándolo por un factor de generación de residuos por cama y día que, aplicado sobre el número de camas existentes y por el número de días del año, proporciona la cantidad de residuos generados. Una vez calculadas las cantidades de ambos tipos de residuo hay una parte de los correspondientes al Grupo III que es tratada mediante esterilización, mientras la parte restante de dicho Grupo III y la totalidad de los del Grupo IV son objeto de incineración. A su vez, el total de incineración puede realizarse en España o los residuos pueden ser enviados para su incineración al extranjero. La variable de actividad final es la cantidad incinerada en España. La información sobre los datos básicos, parámetros y variable de actividad final de este epígrafe, se muestran en la tabla 8.4.3 siguiente.

Tabla 8.4.3.- Incineración de residuos hospitalarios. Variables de actividad

Año	Nº Camas	g/cama/día		Producción de residuos biosanitarios (t/a)			Esterilizac. (t/a)	Incineraci. España (t/a)	Incinerac. Extranjero (t/a)
		Grupo III	Grupo IV	Total	Grupo III	Grupo IV			
1990	115.695	426	174	25.337	17.989	7.348	10.866	14.397	74
1991	120.323	414	169	25.604	18.182	7.422	10.993	13.536	1.075
1992	125.136	402	164	25.852	18.361	7.491	11.121	12.674	2.057
1993	130.141	389	159	26.031	18.478	7.553	11.248	11.813	2.970
1994	135.347	377	154	26.232	18.624	7.608	11.376	10.951	3.905
1995	137.469	365	149	25.791	18.314	7.476	11.503	10.090	4.198
1996	139.591	353	144	25.323	17.986	7.337	11.631	9.228	4.464
1997	141.713	340	139	24.776	17.587	7.190	11.758	8.367	4.651
1998	143.835	328	134	24.255	17.220	7.035	11.886	7.505	4.864
1999	145.957	316	129	23.707	16.835	6.872	12.013	6.644	5.050
2000	148.081	303	124	23.079	16.377	6.702	12.141	5.782	5.156
2001	146.369	290	119	21.851	15.493	6.358	12.268	4.921	4.662
2002	146.104	277	114	20.851	14.772	6.079	12.396	4.059	4.396
2003	144.916	264	109	19.730	13.964	5.765	12.523	3.198	4.009
2004	145.877	252	104	18.955	13.418	5.537	12.651	2.336	3.968
2005	145.892	240	100	18.105	12.780	5.325	12.780	1.471	3.854

La información sobre el número de camas en centros hospitalarios procede del “Anuario Estadístico de España”, que edita el Instituto Nacional de Estadística (INE), y de la Estadística de Establecimientos Sanitarios con Régimen de Internado del Instituto de Información Sanitaria del Ministerio de Sanidad y Consumo.

Para el periodo 1990-2005, el parámetro de generación de residuos hospitalarios por cama y día ha sido obtenido del “Estudio sobre generación y gestión de los residuos sanitarios en España”, elaborado por el Instituto para la Sostenibilidad de los Recursos para el MARM, y, en su evolución a la baja, puede advertirse una marcada tendencia de los residuos de los Grupos III y IV a ser reclasificados en residuos que no presentan riesgo de toxicidad ni de infección. La información sobre residuos esterilizados y sobre los incinerados en España procede, análogamente, del mismo estudio mencionado anteriormente. Para la presente edición, 1990-2011, a través de la SG Residuos del MAGRAMA se ha podido disponer de nueva información acerca de las instalaciones que pueden llevar a cabo la incineración de este tipo de residuos desde el año 2006, concretamente cuatro incineradoras de residuos urbanos y dos de residuos industriales. Estas instalaciones ya son consideradas por el Inventario como grandes focos puntuales, con información recogida mediante cuestionario individualizado, salvo una de ellas (la cual ya ha sido incorporada en la presente edición como gran foco puntual). Como ya se ha comentado anteriormente, desde 2004 todas las instalaciones de incineración llevan a cabo su actividad con recuperación energética, por lo que las emisiones debidas a la incineración de este tipo de residuos en estas instalaciones se están computando en el sector Energía. Debido a esto, se ha llevado a cabo un cambio en las emisiones de esta actividad. Desde el año 2006 las emisiones de esta actividad han pasado a ser cero puesto que, desde este año, las emisiones de este tipo de residuos ya se estaban contabilizando por completo en el sector Energía, salvo las de la nueva planta pero que ya han sido incorporadas en la presente edición de Inventario.

La fuente principal de los factores de emisión son las tablas 8.3 y 8.4 del capítulo B927 del Libro Guía EMEP/CORINAIR, sobre las que se asume que para el CH₄, al no indicarse ningún factor, éste es 0, y para el N₂O se adopta el factor de 100 g por tonelada, similar al que se cita para la incineración de residuos domiciliarios en la misma fuente. Para el cálculo del CO₂ de origen no biogénico se ha asumido un 36% de origen fósil y un 64% de biogénico, sobre una emisión de CO₂ de 1500 kg por tonelada de residuo incinerado, con lo que el factor de CO₂ de origen fósil pasa a ser de $1500 \times 0,36 = 540$ kg por tonelada de residuo. Las emisiones se calculan a partir del producto de los residuos incinerados en España por los factores de emisión correspondientes.

c) La incineración de residuos municipales sin recuperación energética

En esta actividad se recogen las emisiones producidas por la incineración de residuos municipales del conjunto de incineradoras en operación que no realicen recuperación energética. Dado que progresivamente las incineradoras de RU han pasado de la incineración sin valorización a la incineración con valorización energética, o incluso han aplicado esta última opción desde el inicio de su actividad, la contabilización de las emisiones de la incineración de RU ha ido trasladándose del sector “Residuos” al sector “Energía”, de acuerdo con las especificaciones de IPCC y de las guías para la notificación de los inventarios de emisiones de la SCMCC. A partir del año 2004 esta incineración no ha contribuido a las emisiones del sector “Residuos” ya que, según la información disponible, todas las plantas incineradoras realizan desde esa fecha incineración con recuperación energética. La información de base sobre la variable de actividad (cantidades de residuos incinerados) para el periodo 1990-2004 procede de la publicación “Medio Ambiente en España”.

Tabla 8.4.4.- Residuos urbanos incinerados (Cifras en Mg)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
A	236.605	67.909	24.908	0	0	0	0	0	0
B	370.744	681.878	1.311.071	1.708.509	1.900.611	1.985.448	1.958.869	1.915.649	2.119.388

A: Sin recuperación energética; B: Con recuperación energética

Las referencias para los factores de emisión son las siguientes: para el SO₂, NO_x, COV, CO, N₂O, NH₃, tablas A1.1 a A1.6 del Anexo I del capítulo B-921 del Libro Guía EMEP/CORINAIR Tercera Edición, habiéndose asumido que entre los años 1990 a 1995 la técnica de control de las emisiones es sólo “reducción de partículas” (particle abatement), y a partir del año 1996 y siguientes “reducción de partículas + gas ácido” (particle abatement + acid gas abatement). En el caso de los COV se ha asumido un 95% de COVNM y un 5% de CH₄. Para el CO₂ se ha llevado a cabo una nueva estimación de la parte fósil, realizada a partir de la composición macroscópica de los residuos incinerados declarada por las plantas vía cuestionario individualizado, por lo que este factor es ahora específico para cada instalación y año. En caso de no disponer de dicha información, se ha tomado un factor por defecto de 297 kg CO₂ fósil/tonelada residuo (véase tabla 8.4.5). La composición considerada para la estimación del factor de emisión por defecto proviene de una de las instalaciones de incineración que, a juicio del equipo de trabajo del inventario, mejor refleja las características de los residuos que entran en este tipo de instalaciones. Con esta composición, y asumiendo unos valores específicos que se hacen explícitos en la tabla 8.4.5 para los parámetros de fracción de masa seca, fracción combustible, fracción biogénica en masa combustible y fracción de carbono en masa biogénica, se obtiene la masa y porcentaje de carbono biogénico y fósil. La masa de CO₂ por tonelada de residuo se puede obtener a partir de las masas de carbono obtenidas previamente y, conocido el porcentaje de CO₂ fósil, la cantidad de CO₂ fósil por tonelada de residuo. Tal y como se aprecia en la tabla 8.4.5, se obtiene un valor del 33% de carbono de origen fósil y un 67% de origen biogénico, lo que permite determinar que el factor global de CO₂ por tonelada de residuo sea de 900 kg (fósil+biogénico).

Tabla 8.4.5.- Incineración de residuos municipales. Parámetros para estimación del factor de emisión de CO₂

	Materia Orgánica	Papel	Plásticos	Otros materiales celulósicos no reciclables	Tetrabrick	Vidrio	Metales férreos	Metales no-férreos	Madera	Textiles	Gomas y caucho	Pilas y baterías	Otros	TOTAL
% masa	26,0	17,6	1,72	7,62	0,99	5,55	1,7	0,39	0,52	9,65	0	0	28,26	100,0
Fracción masa seca	0,4	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	0,6	0,9	1,0	1,0	0,5	
Masa seca	10,4	12,32	1,72	5,334	0,7425	5,55	1,7	0,39	0,312	8,685	0	0	14,13	61,3
Fracción combustible	1	1	1	1	0,6	0	0	0	1	1	1	0	0,5	
Masa seca combustible	10,4	12,3	1,72	5,33	0,446	0	0	0	0,312	8,69	0	0	7,07	46,3
Fracción biogénica en masa combustible	1	1	0,1	1	1	0	0	0	1	0,5	0,5	0	0,5	
Masa biogénica combustible	10,4	12,32	0,172	5,334	0,446	0	0	0	0,312	4,3425	0	0	3,533	36,9
Fracción carbono en masa biogénica	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	
Masa carbono biogénico	4,68	5,54	0,077	2,40	0,2005	0	0	0	0,140	1,95	0	0	1,590	16,6
Fracción fósil en masa combustible	0	0	0,9	0	0	1	1	1	0	0,5	0,5	1	0,5	
Masa fósil combustible	0	0	1,548	0	0	0	0	0	0	4,343	0	0	3,533	9,4
Fracción carbono en masa fósil	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
Masa carbono fósil	0	0	1,316	0	0	0	0	0	0	3,69	0	0	3,003	8,0
Carbono biogénico / Carbono total														0,67
Carbono fósil / Carbono total														0,33
Toneladas CO ₂ / Toneladas residuo														0,90

Nota: Redondeando se toma el valor de 900 kg CO₂/t residuo, es decir, 297 kg CO₂ fósil/t residuo.

d) La incineración de lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales

En esta categoría se han estimado las emisiones producidas por la incineración de lodos procedentes de los procesos de depuración de aguas residuales. Los valores de esta variable se diferencian según tipología de fuente emisora, que a su vez condiciona la fuente de información utilizada. Así se tiene: 1) los asumidos para las fuentes superficiales (tabla 8.4.6.a) y 2) los obtenidos de cuestionario para las fuentes puntuales (tabla 8.4.6.b).

Respecto al primer tipo de fuentes, las superficiales, los datos para los años 1990, 1991 y 1992 se han obtenido por interpolación de los correspondientes a 1989 y 1993. Los datos de estos dos años se han tomado respectivamente de la información que sobre lodos de depuradora elaboró el antiguo MOPT en la publicación “Medio Ambiente en España, 1991” (en lo referente al año 1991) y en el “Estudio sobre tratamiento y eliminación final de los fangos de depuradoras de aguas residuales urbanas”, realizado por la consultora CADIC, S.A. para la Dirección General de Calidad de las Aguas del MOPTMA, (en lo referente al año 1993). Para el periodo 1997-2009 los datos provienen del “Registro Nacional de Lodos”, la serie 1994-1996 se ha obtenido mediante interpolación de los correspondientes a 1993 y 1997 y los años 2010 y 2011 se han estimado realizando un ajuste polinomial de tercer grado con los datos del periodo 1994-2009.

Respecto a las fuentes puntuales, los datos se han derivado de la información obtenida de los cuestionarios enviados a las plantas de refino de petróleo y de fabricación de pasta de papel, cuando en las mismas se realiza dicho proceso de incineración de lodos. Para el sector refino de petróleo, la información de los cuestionarios que cubre los años 1994 a 2011 se ha extendido hacia atrás utilizando la serie de volumen de agua depurada. Para el sector de fabricación de pasta de papel la serie sólo cubre los años 1997-2011 en que se obtuvo respuesta directa vía cuestionario, no habiéndose estimado esta información para el periodo 1990-1996, aunque sí se ha realizado para el volumen de agua residual industrial de las fábricas de pasta de papel, por lo que esta estimación será introducida como mejora en la próxima edición de inventario. Como consecuencia de este aumento de la cobertura informativa puede observarse un aumento notable a partir del año 1997, que será corregido en la próxima edición de inventario.

Tabla 8.4.6.a.- Incineración de lodos obtenidos en la depuración de aguas residuales urbanas (Cifras en Mg)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
17.092	39.816	69.647	39.723	91.974	90.637	61.601	61.635	61.667

Tabla 8.4.6.b.- Incineración de lodos obtenidos en la depuración de aguas residuales en la industria (Cifras en Mg)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
497	463	2.736	2.076	2.431	2.387	2.771	2.300	2.573

Los factores de emisión se han tomado de la información que figura al pie de la tabla 2, capítulo B-925 del Libro Guía EMEP/CORINAIR, habiéndose asumido, para cada uno de ellos, las técnicas de control supuestamente más apropiadas entre las opciones que figuran al pie de dicha tabla. De esta forma, para los COVNM, el CH₄ y el CO se ha tomado

directamente el valor propuesto en dicha referencia, mientras que para el SO_x , NO_x y N_2O el equipo de trabajo del Inventario ha seleccionado, de entre el rango de valores propuestos en dicha referencia, los valores considerados razonables según la técnica de control. Para el caso del CO_2 se ha tomado, conforme a las metodologías IPCC y EMEP/CORINAIR, un factor igual a cero, asumiendo que procede de la incineración de residuos renovables orgánicos.

8.4.1.3.- Realización de nuevos cálculos

En las figuras 8.4.1 y 8.4.2 se muestran las diferencias en las emisiones de esta categoría 6C entre las estimaciones de la edición 2012 y 2013. La figura 8.4.1 presenta los niveles absolutos de las emisiones en cada una de las dos ediciones, la figura 8.4.2 las diferencias porcentuales respecto al nivel de la edición de 2012. Como puede observarse en ambas figuras, existen ligeras variaciones entre ambas ediciones para el periodo 2006-2010. Estas variaciones se deben al cambio metodológico comentado anteriormente para el caso de la incineración de residuos hospitalarios (véase punto 8.4.1.2.b).

Figura 8.4.1.- Emisiones de CO_2 -eq. Comparación Eds 2013 vs 2012

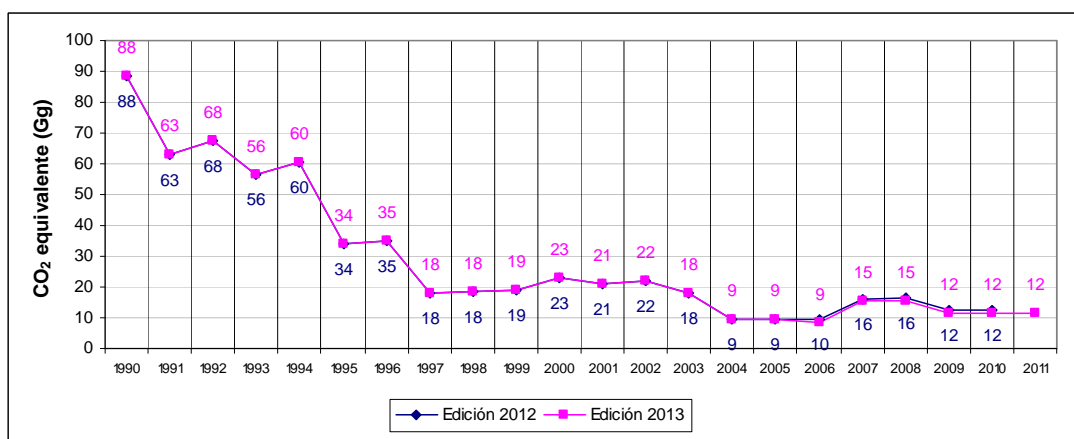
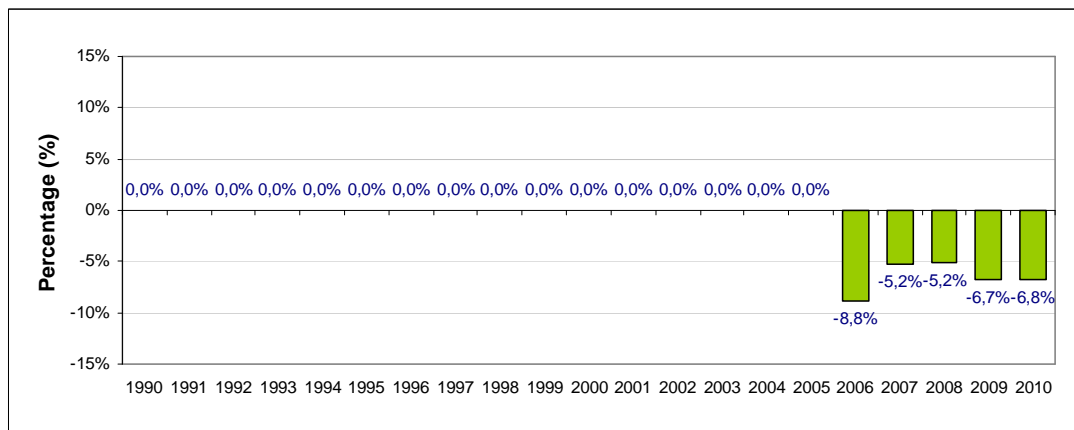


Figura 8.4.2.- Emisiones de CO_2 -eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs 2012



8.4.2.- Otras fuentes (6D)

8.4.2.1.- Descripción de la actividad emisora

En esta categoría 6D se recogen las emisiones de CH₄ procedentes del extendido de lodos (sludge spreading) procedentes de las depuradoras de aguas residuales para su secado, que se puede considerar como un proceso integrante de los tratamientos de las aguas residuales, y las emisiones generadas por la quema en antorcha del biogás generado en los procesos de biometanización, actividad incluida en la pasada edición 1990-2010. Cabe mencionar, con objeto de atender a la recomendación propuesta por el equipo revisor, que se está estudiando el trasladar las emisiones del extendido de lodos, actualmente en la categoría 6D, a la categoría 6B, como parte del tratamiento de las aguas residuales, de cara a próximas ediciones.

Para el extendido de lodos, la variable de actividad seleccionada ha sido la cantidad total de lodos generados en EDARs, siendo la fuente de información el Registro Nacional de Lodos. Hasta la edición 1990-2009, debido a la ausencia de mejor información, se consideraba que la fracción de lodos que se secaban mediante esta técnica era la unidad, el total. Sin embargo, este criterio no permitía reflejar la evolución y mejora que se ha ido produciendo en España en lo que a técnicas de secado de lodos se refiere. A lo largo del periodo inventariado, 1990-2011, se han ido incorporando al mercado nuevas técnicas más eficientes y económicas para deshidratar los lodos, como es el caso de la centrifugación o el secado térmico. Para la pasada edición ya se estableció, con objeto de reflejar este hecho, un criterio que se considera refleja mas fielmente la evolución de la fracción de lodos secados mediante esta técnica del extendido al aire libre en eras. En la tabla 8.4.7 se muestran las cifras en masa seca de la variable de actividad del extendido de lodos.

Tabla 8.4.7.- Extendido de lodos (Cifras en Mg)

1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
416.884	314.197	190.438	104.064	89.996	77.702	69.710	60.031	52.625

En lo que respecta a la biometanización, se trata de una actividad incorporada en la edición 1990-2010 y donde la primera planta que comenzó a desarrollar este tipo de actividad lo hizo en el año 2002. La información se ha solicitado de forma individualizada a cada una de las plantas mediante un cuestionario, a través del cual se ha podido conocer la cantidad de biogás generado, las unidades de aprovechamiento energético o quema empleadas, los combustibles auxiliares consumidos y otra información necesaria para la estimación de las emisiones generadas por la combustión de todos estos combustibles. En concreto, las emisiones computadas en el sector “Residuos” (6D) son únicamente las procedentes de la quema de biogás en antorchas (no hay quema de biogás en antorchas durante el periodo 2002-2006). Cuando el biogás, así como los posibles combustibles auxiliares empleados, son valorizados energéticamente en motores, calderas y/o turbinas, las emisiones son computadas en el sector “Energía” (1A1a). En la tabla 8.4.8 se muestran las cifras de biogás quemado en antorchas.

Tabla 8.4.8.- Biogás procedente de la biometanización quemado en antorchas (Cifras en m³)

2007	2008	2009	2010	2011
10.684	900.995	2.845.337	2.403.104	3.361.024

En la tabla 8.4.9 se muestran para esta categoría las emisiones absolutas, en masa de CH₄ (primera fila) y de CO₂-eq (segunda fila), las emisiones en términos de índice temporal de CO₂-eq (tercera fila) y la ponderación (en porcentaje) de estas emisiones con relación a las emisiones, en términos de CO₂-eq, del total del inventario (fila cuarta) y del sector residuos (fila quinta).

Tabla 8.4.9.- Emisiones: Valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
CH ₄ (Gg)	12	9	6	3	3	2	2	2	2
CO ₂ -eq (Gg)	254	191	116	63	55	47	43	37	32
Índice CO ₂ -eq	100	75,4	45,7	25,0	21,6	18,7	16,8	14,5	12,5
% CO ₂ -eq sobre total inventario	0,09	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
% CO ₂ -eq sobre sector residuos	3,5	2,1	1,1	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2

8.4.2.2.- Aspectos metodológicos

Los gases para los que se realiza la estimación de emisiones son COVNM y CH₄ de los COV, tomando como valores para sus respectivos factores de emisión 20 kg (COVNM) y de 29 kg (CH₄) por tonelada de lodo secada (véase pág. 14 del documento "Report on Complementary Information in the Frame of the Assistance Provided for CORINAIR 90 Inventory", CITEPA). La cifra de 20 kg antes referida es una media del rango de dispersión que se extiende de 7,1 kg a 29 kg, (véase pág. 14 "Report on Complementary Information in the Frame of the Assistance Provided for CORINAIR 90 Inventory").

8.4.2.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Para el extendido de lodos, se valora una elevada incertidumbre, tanto para la variable de actividad como para los factores de emisión.

En lo que respecta a la variable de actividad, una vez mejorado el grado de incertidumbre asociado a la fracción de lodos secados mediante esta técnica, debe tenerse en cuenta la incertidumbre asociada al diferente contenido de humedad de la masa de lodos proporcionada desde el Registro Nacional de Lodos.

En cuanto a los factores de emisión, se considera que pueden ser algo elevados debido al amplio rango de dispersión dado en la fuente de referencia.

Para la biometanización, se considera puede existir un alto grado de incertidumbre debido a la existencia de un conjunto de plantas de las que no ha sido posible recabar la información necesaria antes de la fecha de cierre de la presente edición 1990-2011.

8.4.2.4.- Control de calidad y verificación

Para el extendido de lodos, el control de calidad se ha centrado en la contrastación de la coherencia del balance global de lodos proporcionado desde el Registro Nacional de Lodos.

Para la biometanización, el control de calidad se ha centrado en la contrastación de la coherencia entre la energía producida declarada y la energía producida obtenida a partir del biogás aprovechado energéticamente y sus características.

8.4.2.5.- Realización de nuevos cálculos

Como puede observarse en ambas figuras, no existen variaciones entre ambas ediciones ya que no se han producido recálculos respecto a la edición anterior.

La comparación de resultados de las emisiones de CO₂ equivalente entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos de valores absolutos en la figura 8.4.3 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 8.4.4.

Figura 8.4.3.- Emisiones de CO₂-eq. Comparación Ed 2013 vs Ed 2012

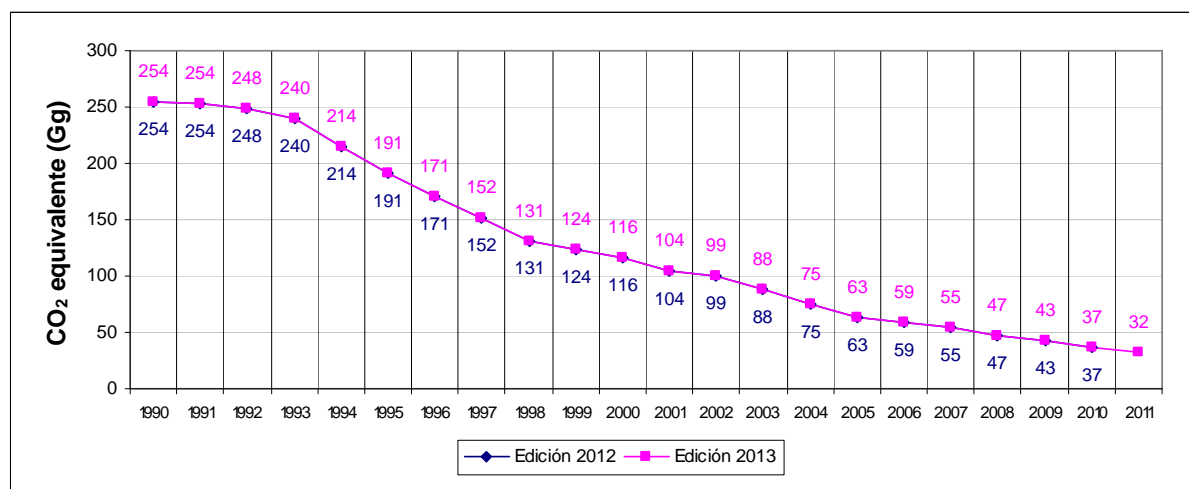
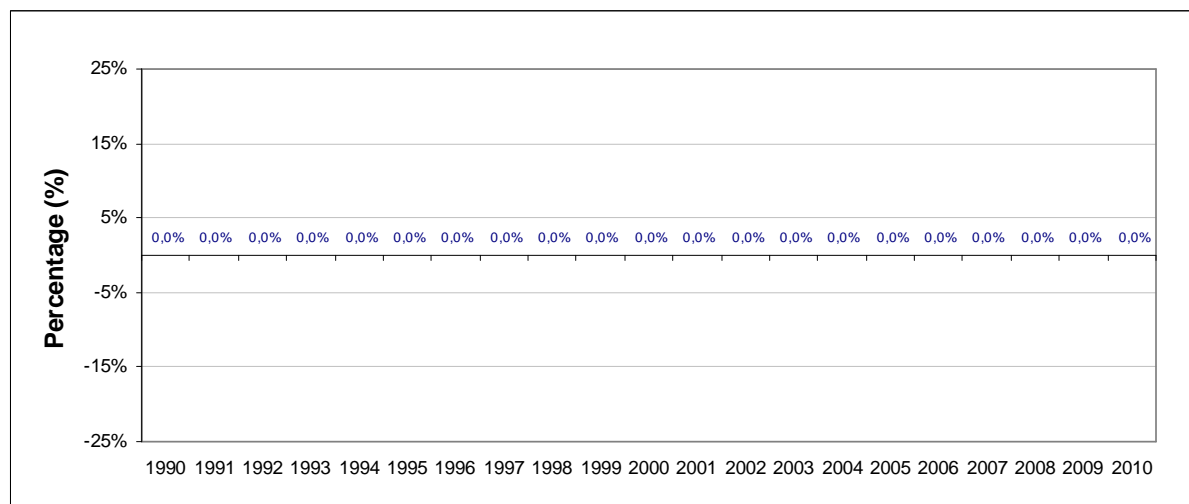


Figura 8.4.4.- Emisiones de CO₂-eq. Diferencia porcentual Eds 2013 vs 2012**8.4.2.6.- Planes de mejora**

Reconocida la incertidumbre actualmente asociada, tanto para la variable de actividad como para los factores de emisión para el extendido de lodos, se considera prioritario seguir colaborando con las diferentes instituciones implicadas para continuar accediendo y mejorando la información pertinente, en lo que respecta a la variable de actividad. Se realizará una revisión bibliográfica en busca de factores de emisión más precisos que permitan una mejor estimación de las emisiones generadas por esta actividad.

Se seguirá trabajando, en colaboración con las diferentes instituciones, en la obtención de la información de todas las plantas de biometanización.

10.- NUEVOS CÁLCULOS Y MEJORAS

Este capítulo se estructura en cuatro secciones que tratan aspectos específicos de los nuevos cálculos, las mejoras realizadas en el inventario y las mejoras planeadas a futuro. Las cuatro secciones tratan respectivamente de: i) explicación y justificación de los nuevos cálculos (sección 10.1); ii) las implicaciones de los nuevos cálculos sobre los niveles de emisión y sobre las tendencias (secciones 10.2); iii) las implicaciones de los nuevos cálculos sobre las tendencias (sección 10.3); y iv) la sección 10.4 trata sobre las aportaciones de los nuevos cálculos a la mejora del inventario, y cómo en ellos se han tenido en cuenta las recomendaciones del ERT (*Expert Review Team*)¹ de la SCMNUCC, y del equipo revisor de la Comisión de la Unión Europea para la revisión ESD de 2012, y las notificaciones realizadas asimismo por dicha Comisión a través de la plataforma QA/QC Communication Tool, así como sobre las mejoras planificadas. A su vez, cada una de estas secciones se divide en dos epígrafes, tratando el primero los aspectos del inventario general que se presenta a la Convención, y el segundo los aspectos específicos LULUCF para el Protocolo de Kioto.

10.1.- Explicación y justificación de los nuevos cálculos

10.1.1.- Inventario de gases de efecto invernadero para informar a la Convención

La edición correspondiente al año 2013 del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero, edición que cubre el periodo 1990-2011, ha conllevado nuevos cálculos para el periodo 1990-2010 en una serie de actividades (y gases). Estos nuevos cálculos han venido motivados por diversos factores, entre los que cabe destacar: a) la propia revisión de las estadísticas y datos de base, b) los cambios en las metodologías (selección de métodos, factores y algoritmos) de estimación como consecuencia de las mejoras en el conocimiento de los procesos generadores de las emisiones, y c) eventualmente, la subsanación de errores detectados. En la implementación de estos cambios se han tenido en cuenta, además, las recomendaciones de los informes de revisión del inventario español comisionados por la Secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (SCMNUCC) y, en su caso, por las indicaciones del Grupo de Inventarios (WG1) del Comité de Cambio Climático de la Comisión de la Unión Europea y de las implementaciones asociadas a los controles de calidad del inventario de la Unión Europea que afectaban al inventario español, teniendo por objetivo estas dos últimas actuaciones armonizar la información de los inventarios de los estados miembros en el inventario agregado de la Unión Europea.

¹ La última revisión efectuada por el ERT, correspondiente a la edición 2012 del inventario, con carácter de "revisión centralizada", tuvo lugar en la semana del 17 al 22 de septiembre de 2012.

10.1.2.- Información suplementaria para el Protocolo de Kioto

La información suplementaria sobre el sector LULUCF para el Protocolo de Kioto Incorpora la actualización de datos de base, mejora operativa de la implementación del principio de exhaustividad y subsanación de errores detectados. En esta tarea, ha tenido una incidencia especialmente relevante la revisión efectuada por el ERT de Naciones Unidas², así como los ejercicios de verificación y control de calidad realizados por el JRC (*Joint Research Center*) que ha tenido a su cargo la verificación de LULUCF (para Convención y Protocolo de Kioto). Con estos nuevos cálculos, se ha conseguido presentar una información más estandarizada (etiquetas de notación cuando no se ha podido facilitar en alguna categoría una estimación numérica de los flujos de GEI) en las actividades incluidas en LULUCF para informar al Protocolo de Kioto.

10.2.- Implicaciones en los niveles de emisión

10.2.1.- Inventario de gases de efecto invernadero para informar a la Convención

En términos siempre de CO₂-equivalente y a nivel del agregado del inventario, véase figura 10.2.1, los cambios anuales se han mantenido en un rango que oscila, según años, entre el -0,01% (año 1990) y el -2,04% (año 2010)³.

Entrando en el examen por sectores de actividad pueden identificarse las causas de las variaciones originadas por los nuevos cálculos según se especifica a continuación.

En el sector “Energía”, véase figura 10.2.2, las variaciones son de una importancia menor (inferiores al 0,4% de signo positivo) hasta el año 2006, a partir del cual los recálculos se hacen más significativos y de signo negativo, alcanzando su mayor absoluto en el año 2010, con un descenso del 1,3%. Las modificaciones se han concentrado en: a) la combustión en el sector industrial, al haberse revisado el cuadro del balance energético en estos últimos años; b) el transporte por carretera, cuya serie de consumo de combustibles, aun habiendo sido revisada ligeramente al alza en el periodo 2007-2010, presenta una caída constante de los recorridos y de la demanda de transporte, que ha producido una caída de las emisiones de CO₂ que no se ve compensada por los incrementos de las emisiones de N₂O debidas a la incorporación de los vehículos de normativa Euro V y de la inclusión de la estimación de las emisiones de CO₂ debidas al consumo de lubricantes; y c) el transporte por tubería, al haberse incorporado en la presente edición del inventario la información detallada facilitada por las empresas gasistas sobre consumo de combustibles de las estaciones de compresión de gas natural. En el sector “Procesos industriales”, véase figura

² Véase nota 1.

³ La revisión del último año de la edición previa de cada inventario está habitualmente expuesta a cambios de mayor magnitud pues una parte importante de la información sobre variables de actividad es provisional, parcial o se carece en absoluto de ella (este es el caso frecuente con la información del balance energético).

10.2.3, las variaciones son de poca relevancia y al alza en el periodo 1990-2008 (inferiores al 0,3%), alcanzando diferencias positivas del orden del 0,9% en los años 2009 y 2010. Estas últimas diferencias se han originado básicamente por la revisión de las emisiones de HFC en la fabricación de hidrocarburos halogenados y por la corrección de un error detectado en la estimación de las emisiones de gases fluorados en la fase de retirada de equipos de extinción de incendios.

El sector “Uso de disolventes y otros productos”, véase figura 10.2.4, es el que tiene mayores variaciones relativas en el inventario, todas ellas a la baja, a lo largo de todo el periodo 1990-2010, que oscilan entre el -16,2% del año 1990 y el -45,8% del año 2010, pero que teniendo en cuenta la baja contribución de las emisiones de CO₂-eq de este sector al conjunto del inventario no resultan ser las de mayor magnitud absoluta entre el conjunto de sectores analizados. En cuanto al origen de las modificaciones, debe señalarse que la principal variación se localiza en las emisiones de óxido nitroso debidas a la utilización de este gas como anestésico, como consecuencia de la rectificación de la información histórica de una de las principales empresas proveedoras de este gas. Complementariamente, inciden aquí también las revisiones de factores de emisión de COVNM (que finalmente desembocan tras su oxidación en emisiones de CO₂) en determinadas actividades de uso de disolventes.

En el sector “Agricultura”, véase figura 10.2.5, se producen variaciones a la baja comprendidas entre el -0,83% para 1990 y el -3,55% para el año 2007. Entre los procesos o datos en que se han efectuado modificaciones y que tienen incidencia en la estimación de las emisiones cabe citar: a) la implementación de una nueva metodología nacional para la estimación de las emisiones del ganado bovino, tanto “vacuno lechero” como “otro vacuno” (esta modificación afecta a las emisiones de fermentación entérica, a la gestión de estiércoles -CH₄ y N₂O- y, dado que parte de sus estiércoles son aplicados al campo, a la fertilización orgánica de suelos agrícolas, el pastoreo y a las emisiones indirectas); b) la actualización de la metodología de estimación de las emisiones de amoníaco debidas a los fertilizantes sintéticos que afectan al N disponible para su volatilización como N₂O; y c) la actualización de los datos para compost de 2010.

En el sector “Residuos”, véase figura 10.2.6, los cambios muestran una revisión a la baja, con un diferencial creciente en términos absolutos y relativos que varía entre el -3,2% del 1990 y el -8,8% de 2009. Esta variación está determinada esencialmente por la actualización de variables de actividad y factores de emisión, como consecuencia de la disponibilidad de nueva información sobre los tratamientos de aguas residuales en estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, y que afecta a la estimación de las emisiones de CH₄. Sobre la causa anterior se superponen otras variaciones de menor relevancia, pero que en general tienden a elevar las emisiones. Entre estas causas cabe citar: a) la incorporación de los residuos depositados en vertedero desde el año 1950 hasta el año 1969, con el fin de atender las reiteradas recomendaciones realizadas desde los equipos revisores de Naciones Unidas, así como de la Comisión de la Unión Europea para la revisión de las emisiones de sectores ESD, recomendaciones ambas que tenían por objeto incluir como procesos generadores de las emisiones los residuos depositados hasta con 40 años previos al año base 1990, ya que los componentes con menor velocidad de biodegradación pueden tardar hasta algo más de 40 años en descomponerse en su totalidad; y b) la disponibilidad de nueva información sobre incineración de residuos

hospitalarios, la cual ha permitido una revisión de los datos de actividad para el periodo 2006-2010.

Pasando ahora al examen por gases se observan unas variaciones que en buena medida reflejan los cambios descritos en los sectores que dominan la contribución de los gases respectivos.

En cuanto al CO₂, puede observarse cómo la figura 10.2.7 presenta variaciones de distinto signo, que oscilan entre el -1,24% (año 2010) y el 0,40% (años 1990 y 1991). El perfil temporal de la evolución de las variaciones de este gas sigue muy de cerca el ya presentado anteriormente para el sector “Energía”, en consonancia con el hecho de que este sector es el dominante en las emisiones de CO₂.

Con respecto al CH₄, las variaciones mostradas en la figura 10.2.8, que presentan una línea uniformemente descendente desde el 2,1% de 1990 hasta el -4,8% de 2010 (con un cambio de signo en el año 1994), son esencialmente el resultado de la combinación de los dos factores siguientes: a) la revisión a la baja ya citada de las emisiones de metano en las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas; y b) la implementación de la nueva metodología de estimación de las emisiones para el ganado bovino en el Sector “Agricultura” que afecta a las emisiones de “Fermentación entérica” y “Gestión de estiércoles”.

Las variaciones a la baja experimentadas en el N₂O se muestran en la figura 10.2.9, con valores que oscilan entre -5,34% (año 1990) y -8,14% (año 2010). A estas diferencias contribuyen principalmente dos causas: a) la rectificación, ya comentada más arriba al hablar del sector “Uso de disolventes y otros productos”, del consumo de N₂O con fines anestésicos, por haber revisado la información de la serie histórica de sus cifras de ventas uno de los principales proveedores de gas para estos usos; y b) la revisión, ya comentada en el sector “Agricultura”, de la metodología de estimación de emisiones originadas por el ganado bovino y que tiene como consecuencia una variación a la baja en la excreta de nitrógeno y por ende de las emisiones subsiguientes en la gestión de estiércoles y en la aplicación de los estiércoles a los suelos agrícolas.

En cuanto a los HFC y los PFC, las variaciones al alza que se observan en las figuras 10.2.10 y 10.2.11 a partir del año 2005, que para los HFC oscilan entre 0,03% (año 2005) y 2,06% (año 2009) y para los PFC son inferiores al 0,13%, derivan de la corrección de un error identificado en los equipos de extinción de incendios que utilizan estos gases y en los cuales se había restado al stock de gas del parque de equipos en funcionamiento la capacidad nominal de gas de los equipos retirados, cuando debería haberse restado la cantidad (menor que la nominal) de gas remanente al final de la vida de los equipos retirados. Sobre esta corrección se superpone la revisión de las emisiones en la fabricación de hidrocarburos halogenados en los años 2009 y 2010 según la información facilitada por la propia planta.

Para finalizar, en el caso del SF₆, véase la figura 10.2.12, las diferencias al alza varían entre el 3,39% del año 2008 y el 8,80% del año 2006, y son atribuibles a: i) la aplicación de un coeficiente de escalado para completar a partir del año 2006 la pérdida de cobertura que se había identificado en la fuente habitual de información del sector; y ii) la corrección de un

error en el algoritmo de cálculo que no reflejaba todas las bajas de equipos al final de la vida útil de los mismos.

Figura 10.2.1.- Comparación de niveles del agregado

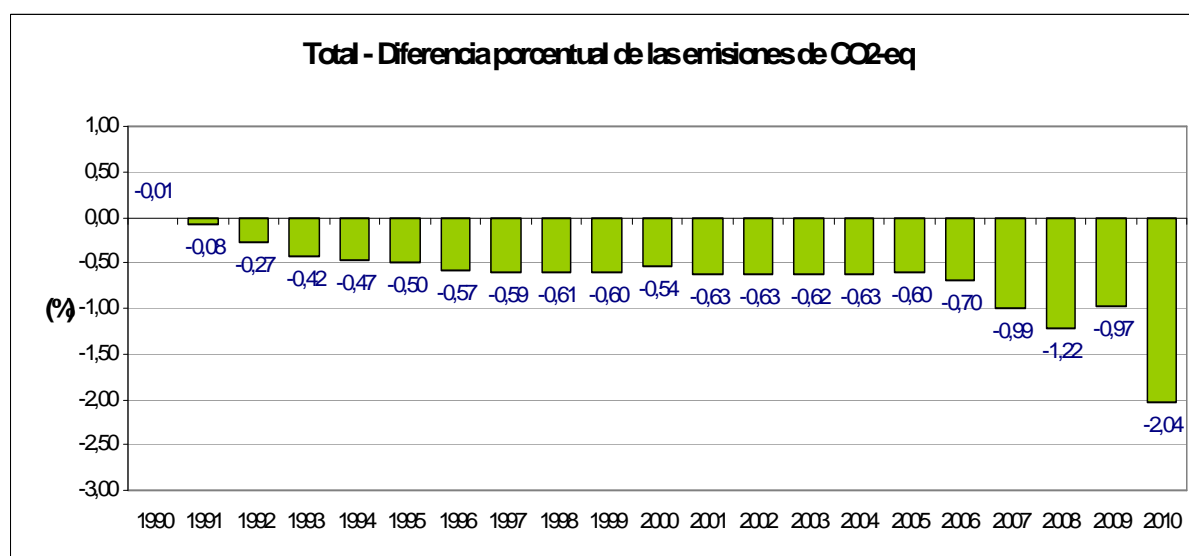
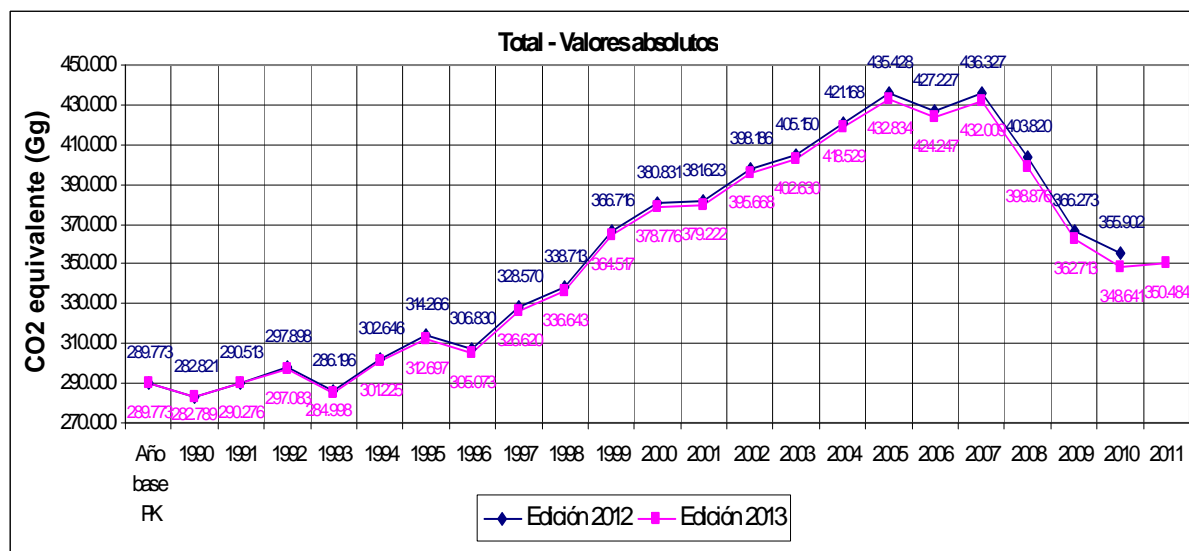


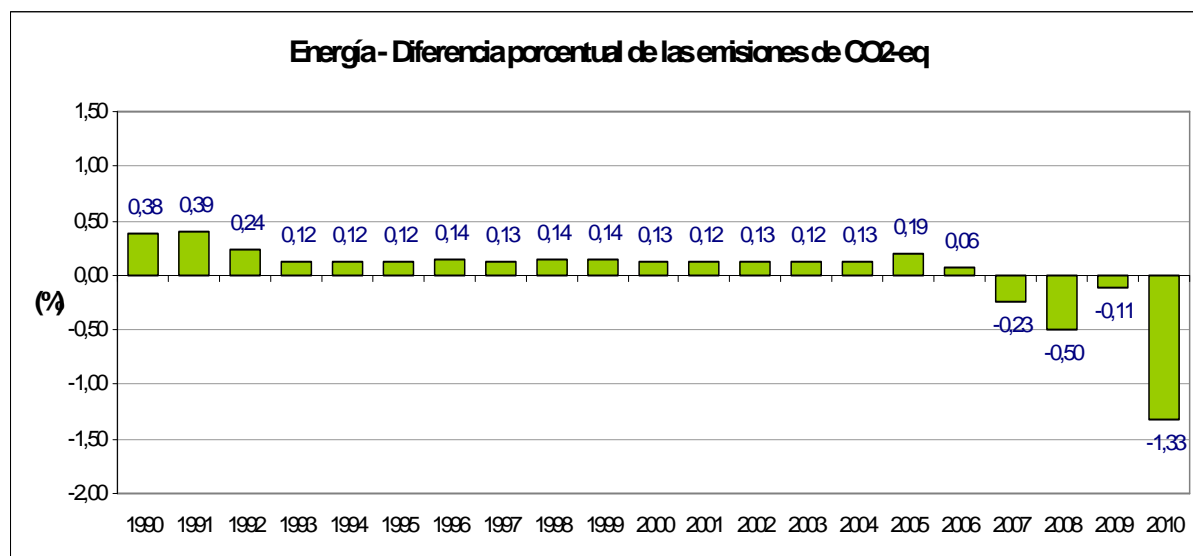
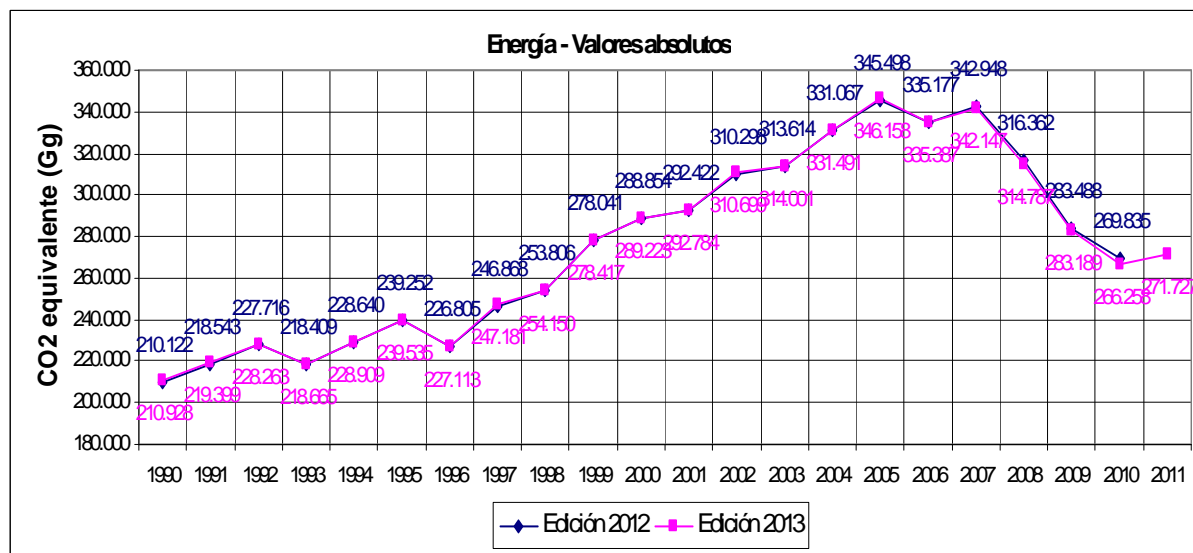
Figura 10.2.2.- Comparación de niveles del sector de la energía

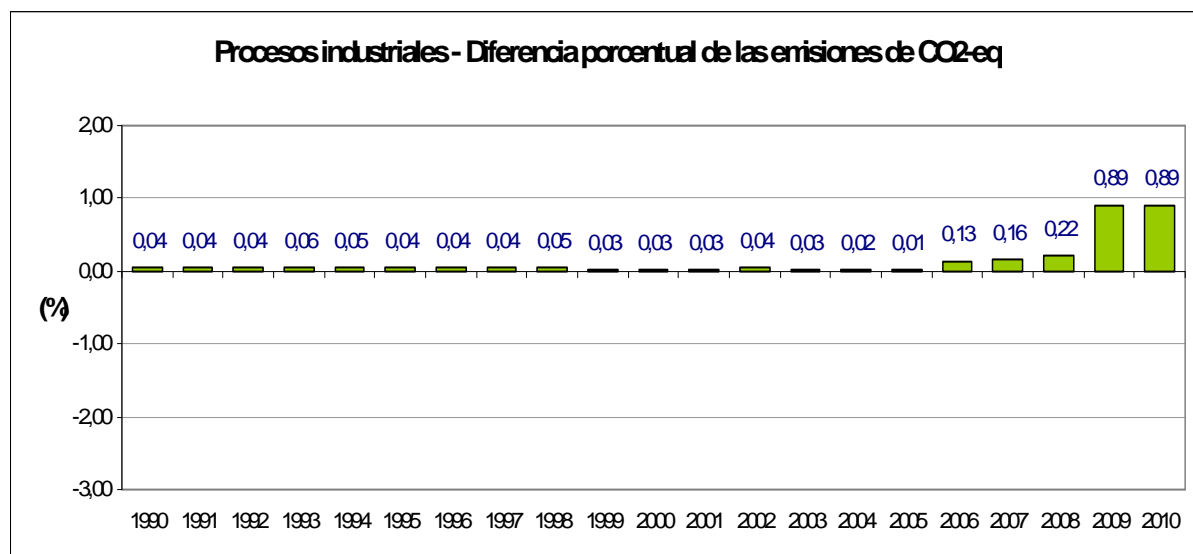
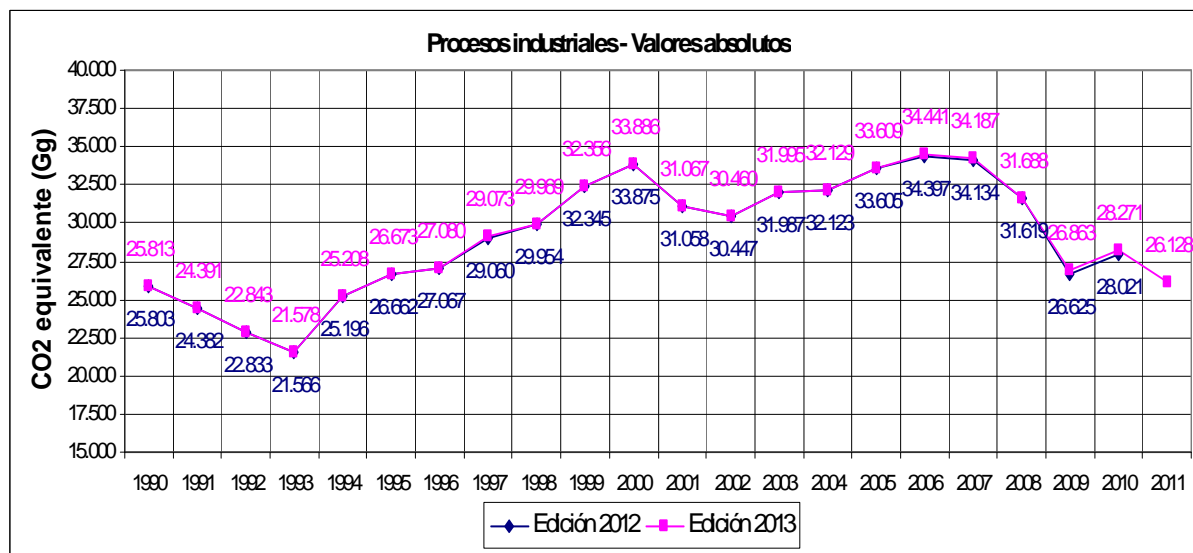
Figura 10.2.3.- Comparación de niveles de los procesos industriales

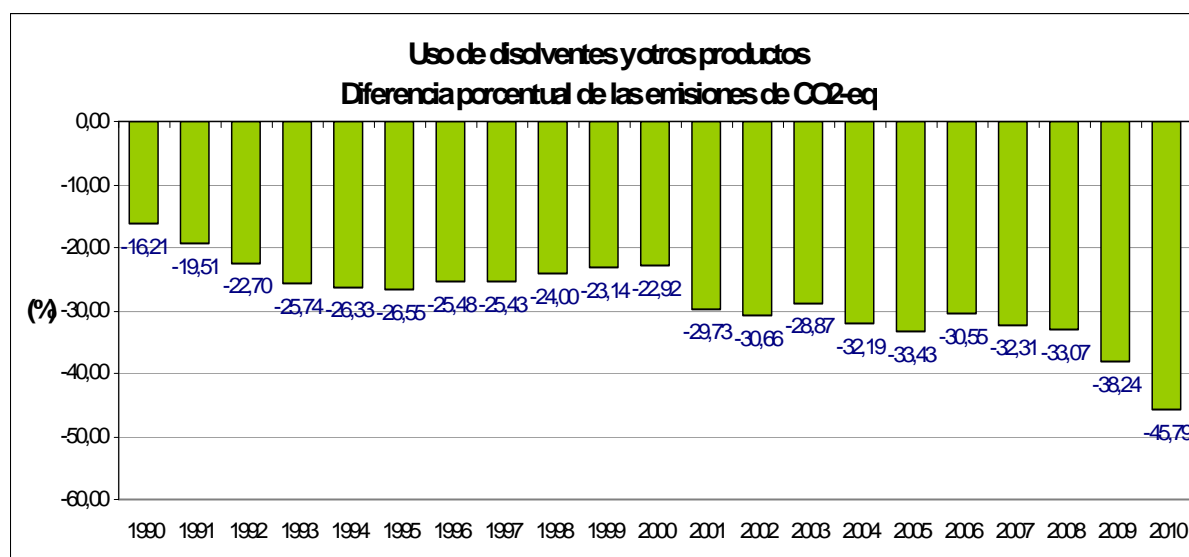
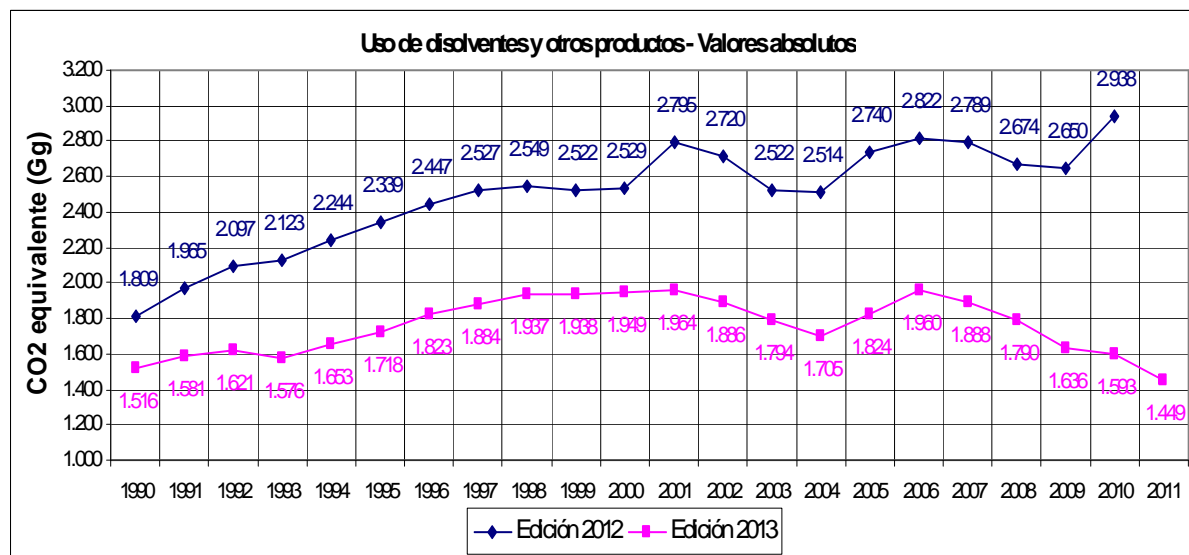
Figura 10.2.4.- Comparación de niveles del uso de disolventes y otros productos

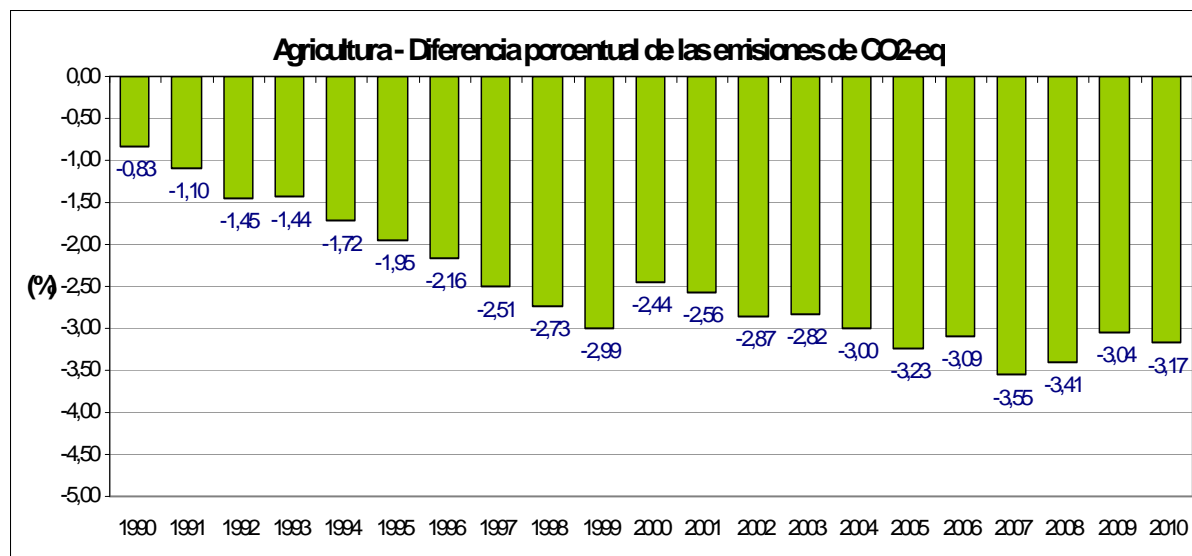
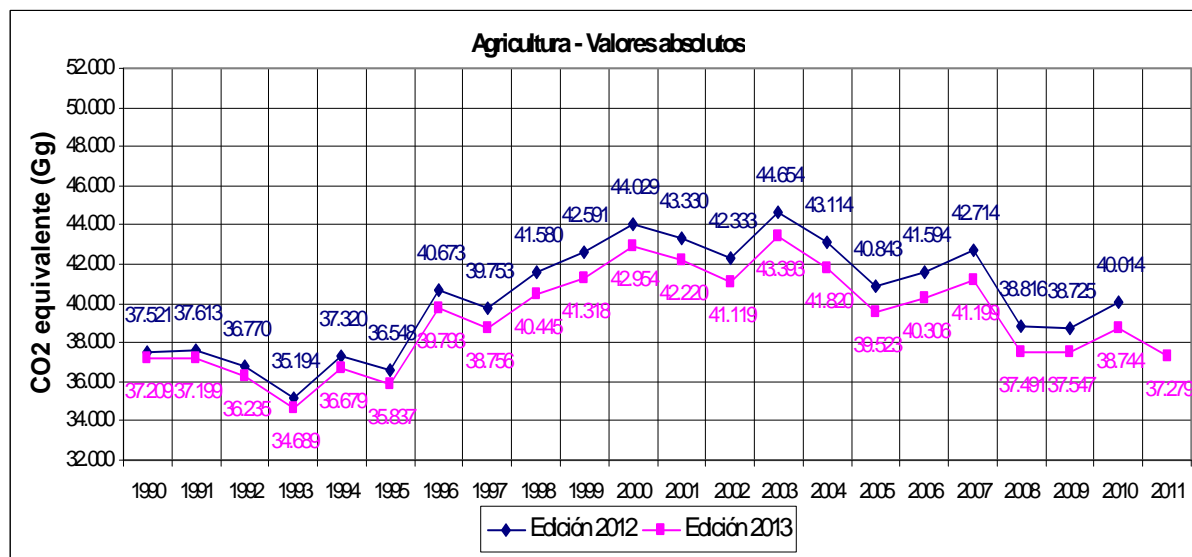
Figura 10.2.5.- Comparación de niveles de la agricultura

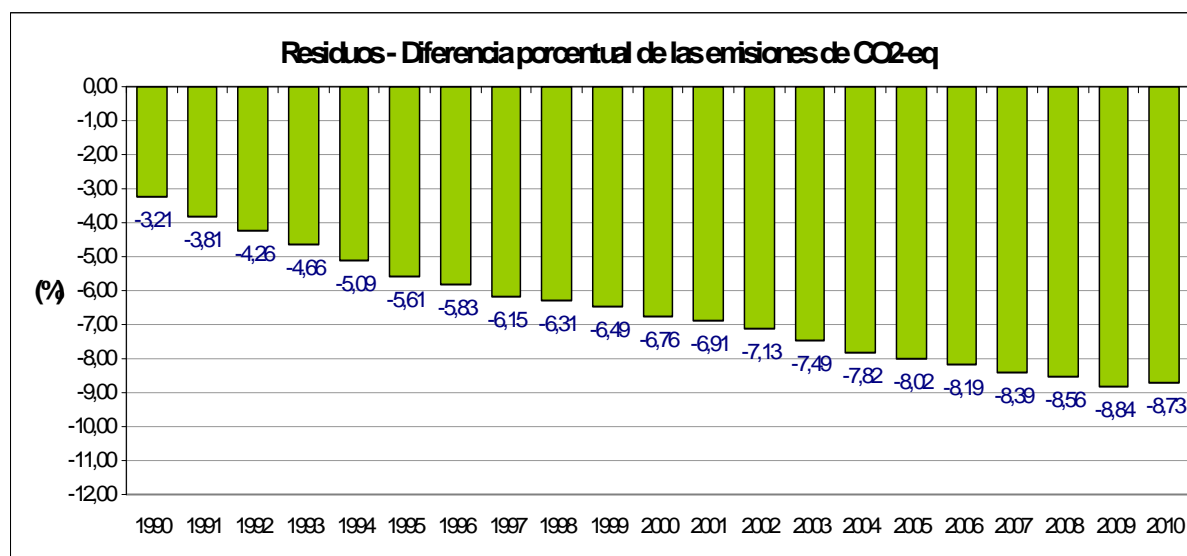
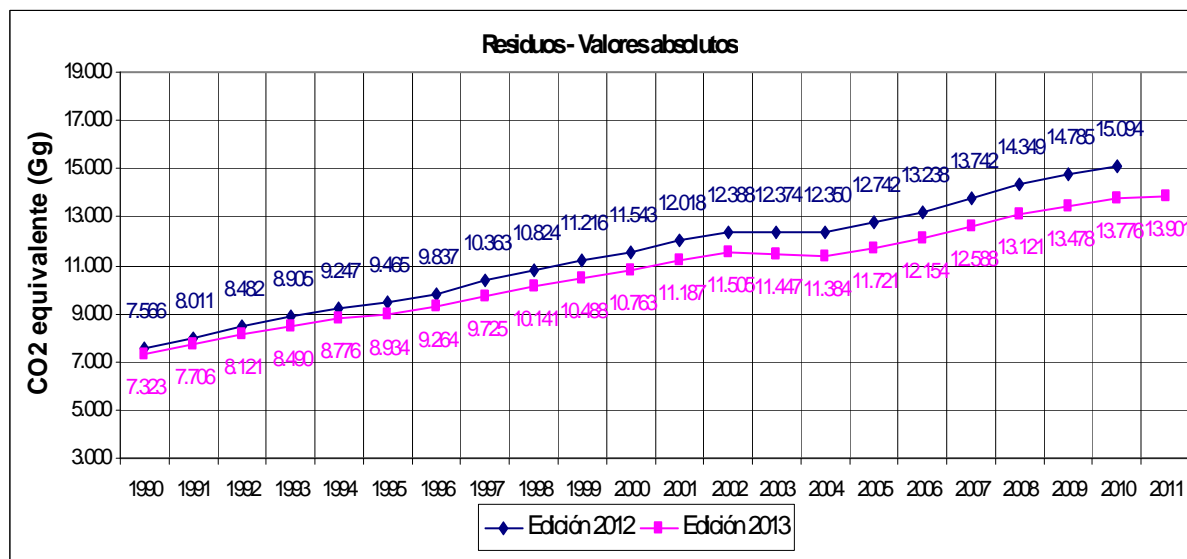
Figura 10.2.6.- Comparación de niveles de los residuos

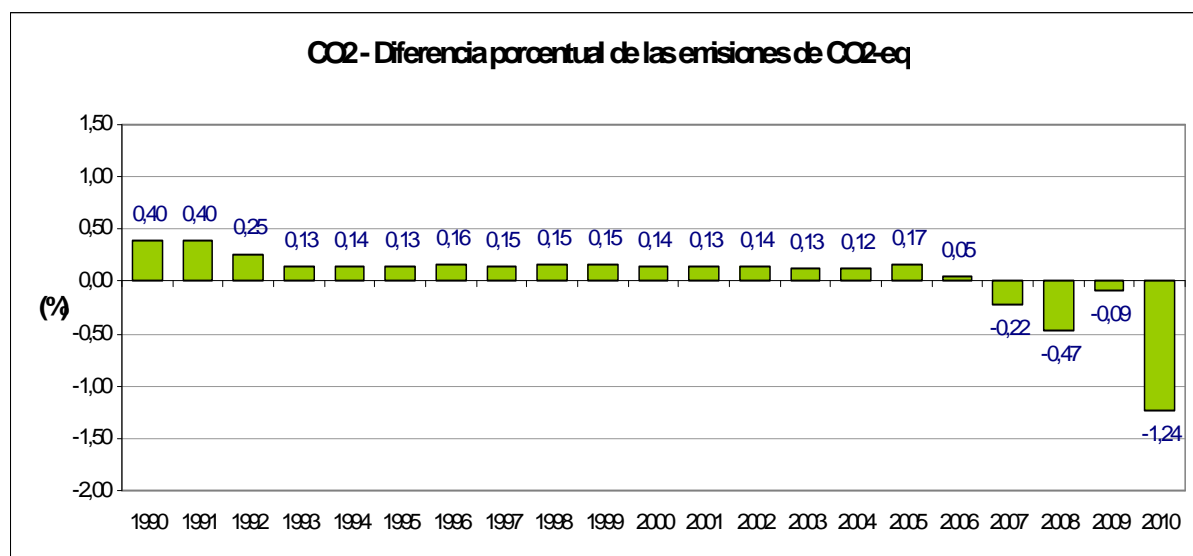
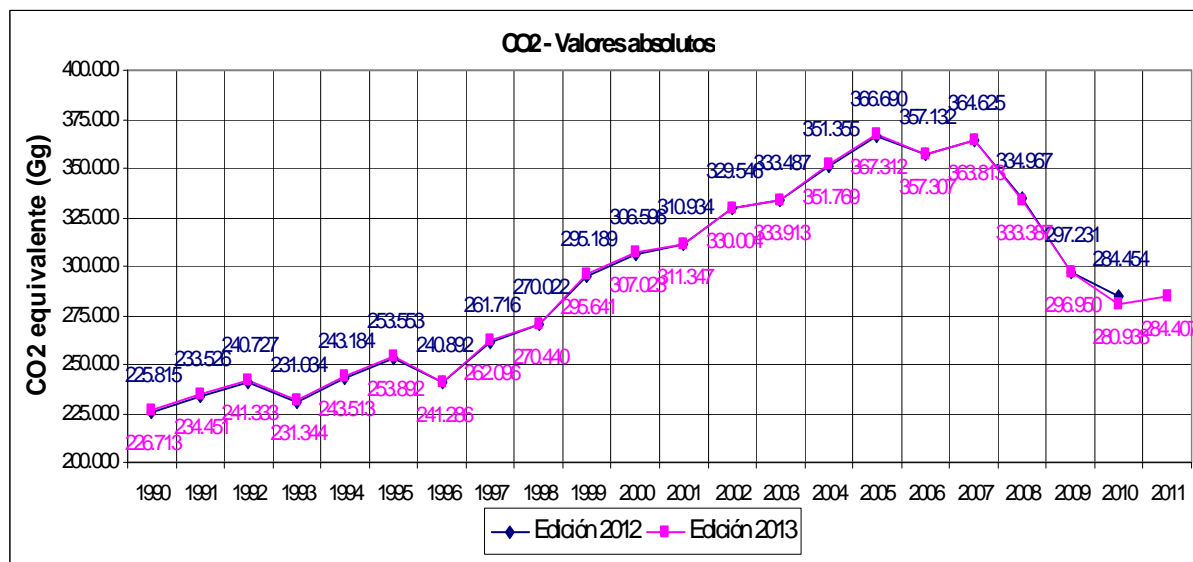
Figura 10.2.7.- Comparación de niveles de las emisiones de CO₂

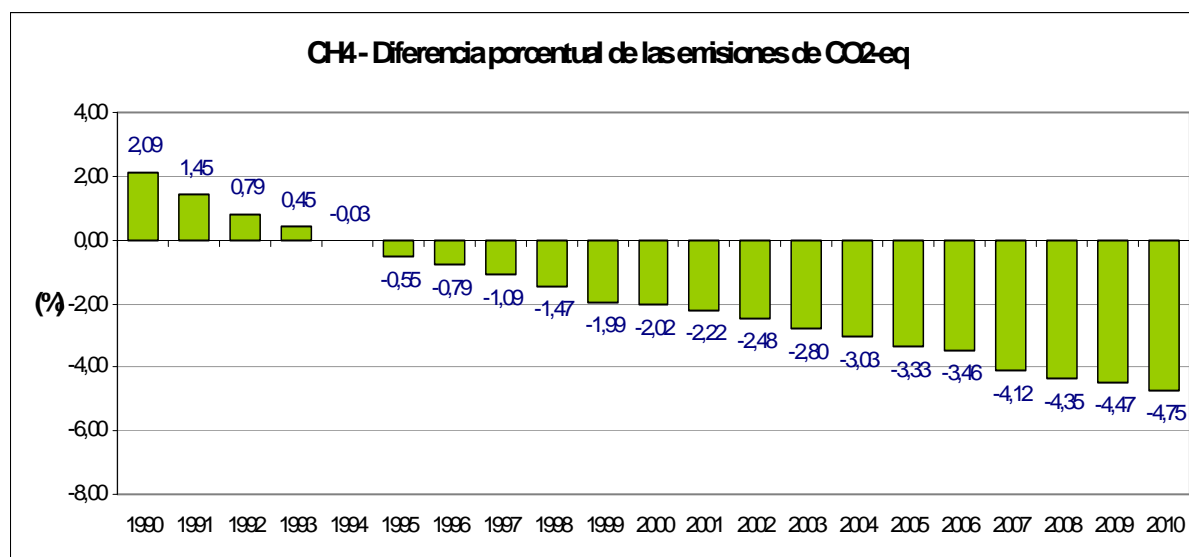
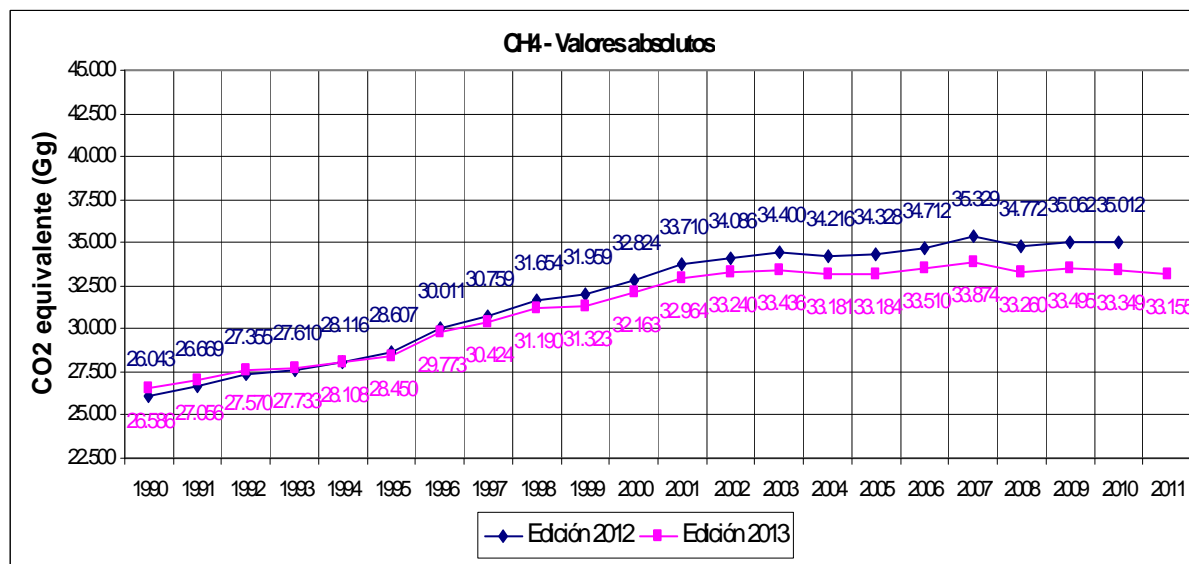
Figura 10.2.8.- Comparación de niveles de las emisiones de CH₄

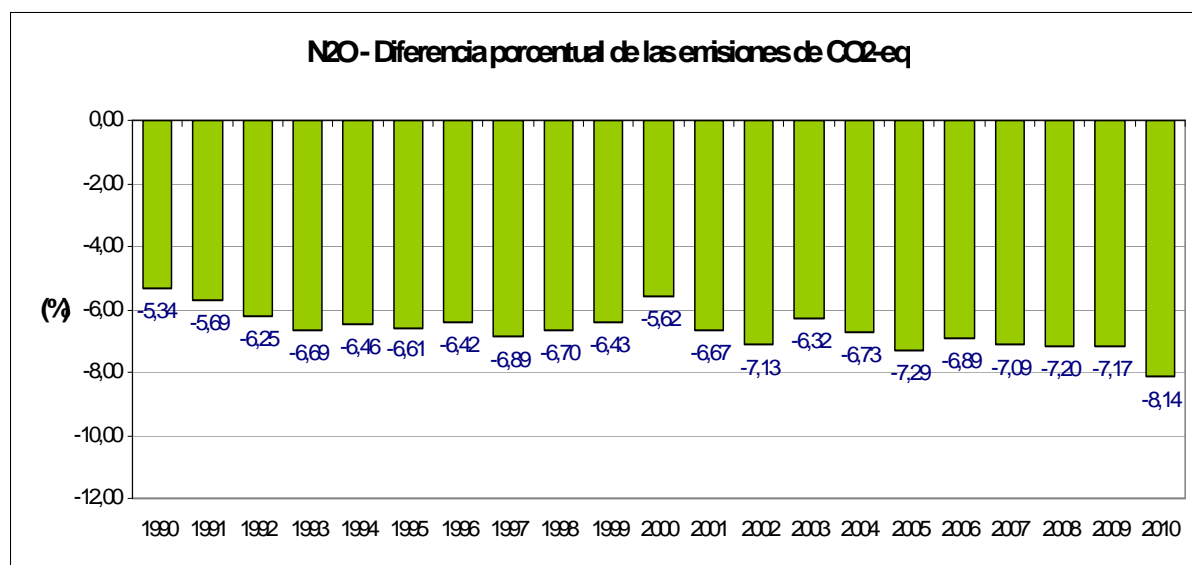
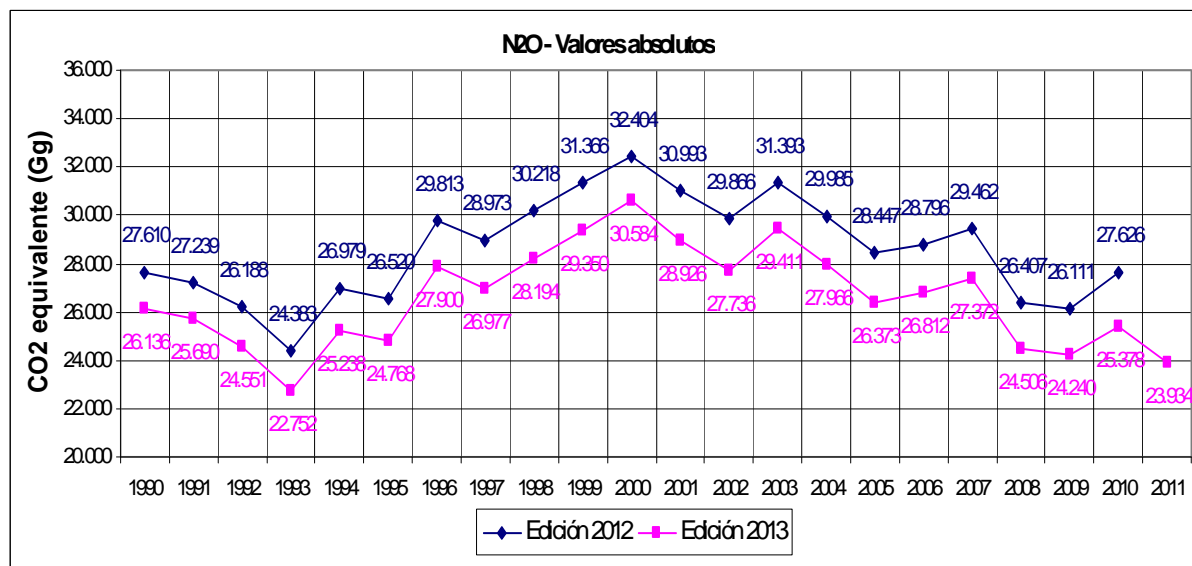
Figura 10.2.9.- Comparación de niveles de las emisiones de N₂O

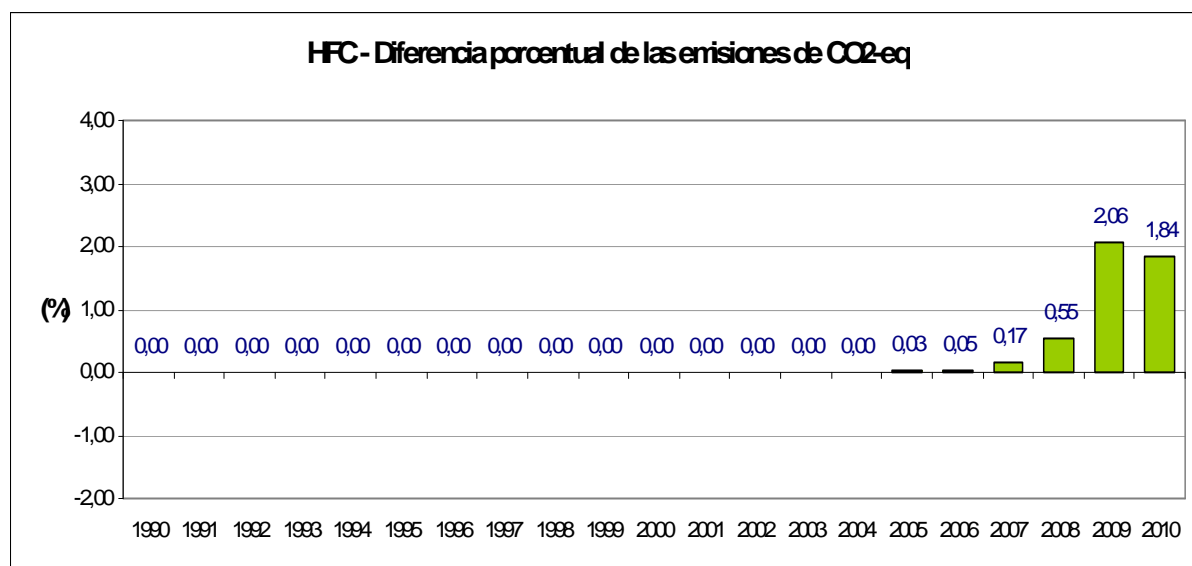
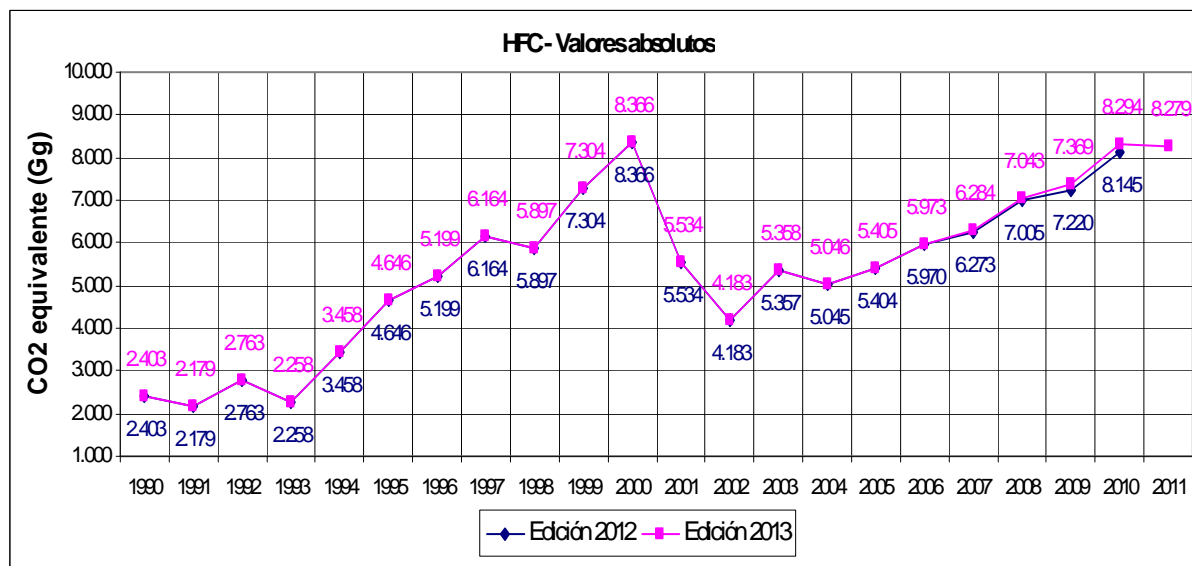
Figura 10.2.10.- Comparación de niveles de las emisiones de HFC

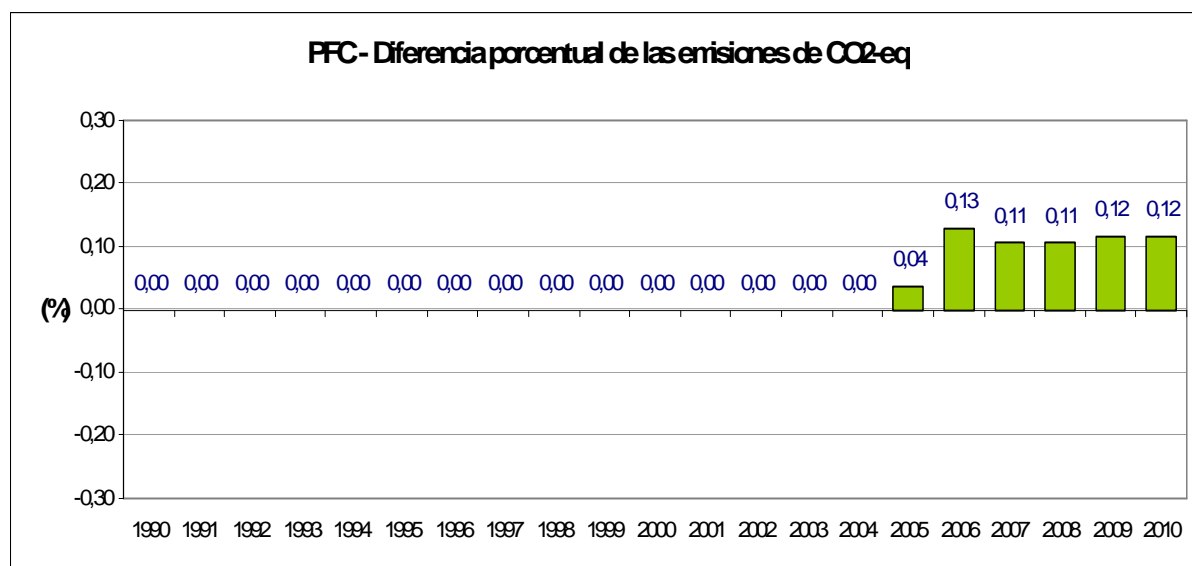
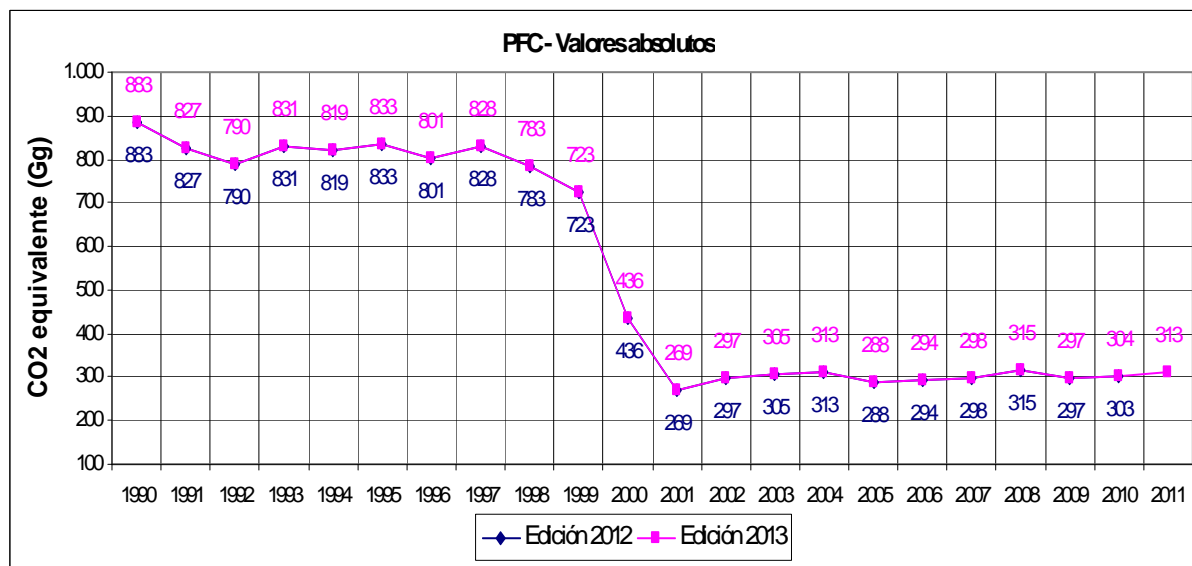
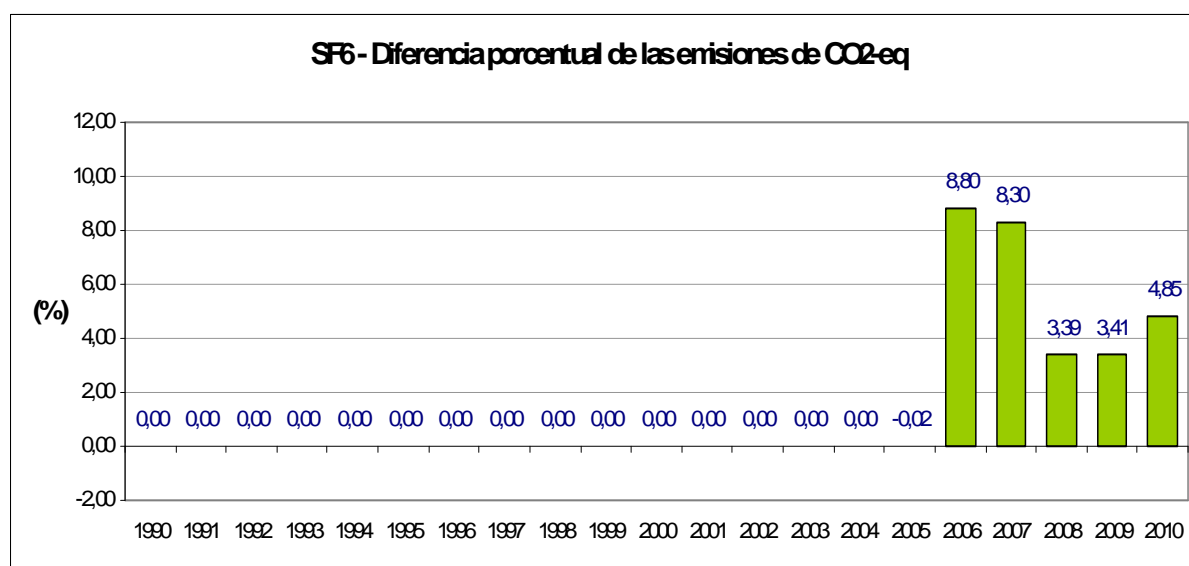
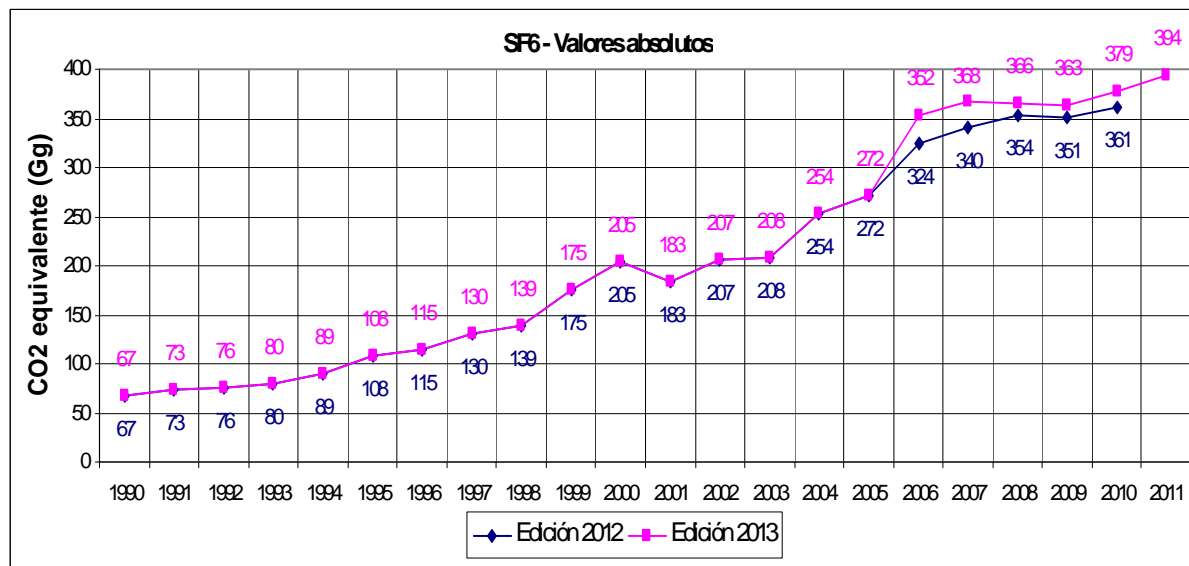
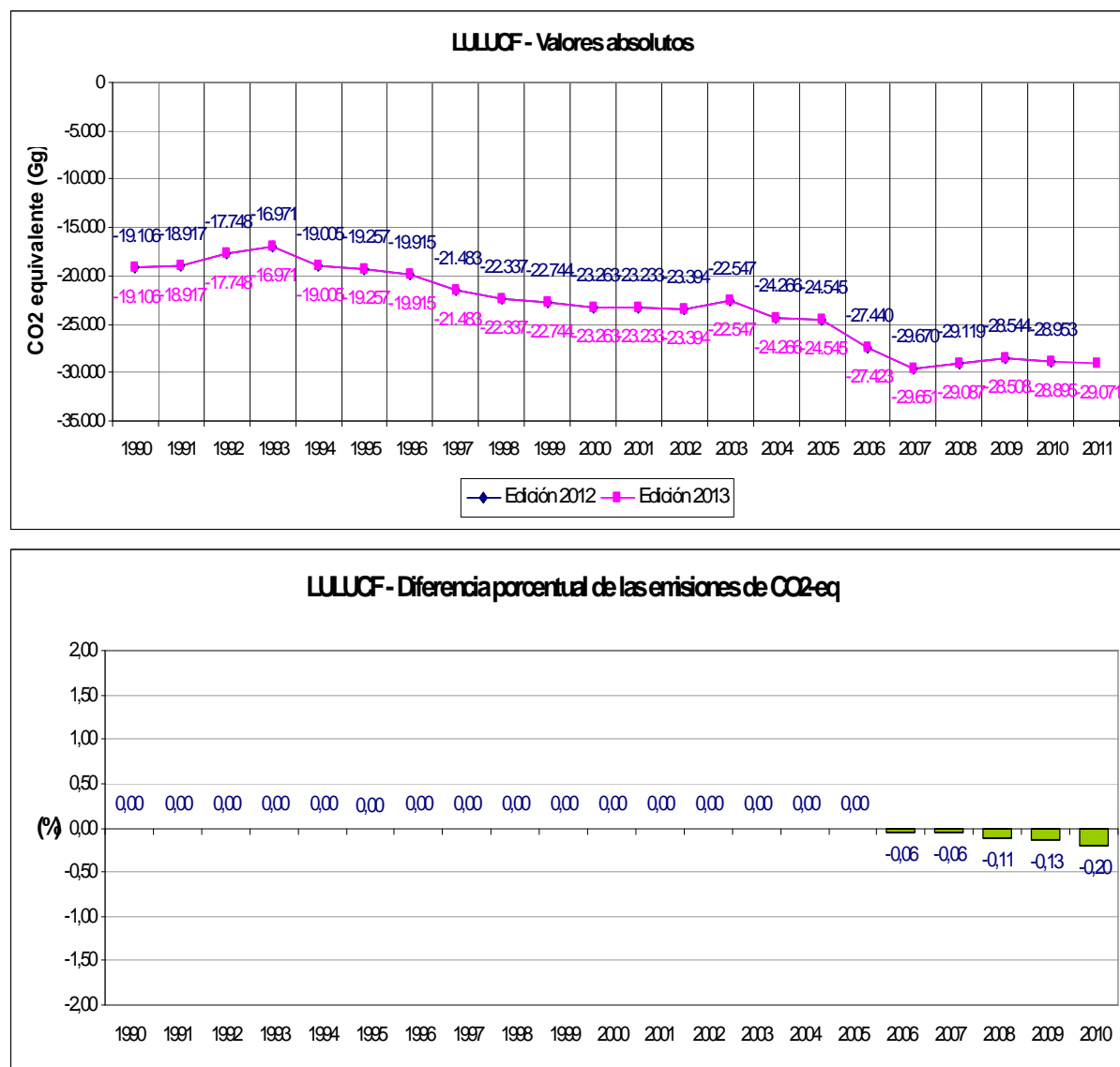
Figura 10.2.11.- Comparación de niveles de las emisiones de PFC

Figura 10.2.12.- Comparación de niveles de las emisiones de SF₆

Tras describir en lo que va de este epígrafe las implicaciones en los niveles de las variaciones en las emisiones de todas las categorías del inventario con la exclusión de LULUCF, se presenta ahora la información homóloga referida exclusivamente a la categoría de LULUCF.

En el sector "LULUCF", véase figura 10.2.13, se producen cambios que tienen lugar en el periodo 2006-2010, y que en términos de CO₂-equivalente se traducen en un descenso del nivel de las emisiones/absorciones que oscila entre un -0,06% de los años 2006 y 2007 y un -0,2% del año 2010. Estos cambios son debidos a la actualización de la serie de superficies de cultivos leñosos bajo prácticas conservadoras del suelo.

Figura 10.2.13.- Comparación de niveles de las emisiones de LULUCF

10.2.2.- Información suplementaria para el Protocolo de Kioto

Los cambios en el nivel de las actividades del sector LULUCF para informar al Protocolo de Kioto se estiman a partir de la información general obtenida para el sector LULUCF-Convenio, pero sobre dichos cálculos se tienen ahora específicamente en cuenta las siguientes particularidades:

- La información se presenta para los años 1990, 2008, 2009 y 2010, únicos de los que se informaba para LULUCF-KP en la edición anterior del inventario.
- Para informar, con relación al artículo 3.3, son relevantes las actividades de forestación/reforestación y deforestación. La forestación/reforestación, se

corresponde con la categoría 5A2 de LULUCF-Convenio, con dos salvedades: i) sobre ella prevalece el umbral superior de la contabilización para el Protocolo; y ii) las superficies tras 20 años en transición dejan la actividad 5A2 de LULUCF-Convenio, mientras que no dejan la actividad de forestación/reforestación. En cuanto a la deforestación, toda la superficie deforestada se corresponde la transición de bosque a asentamientos (es decir, la categoría 5E21)

- Para informar, con relación al artículo 3.4, se consideran únicamente las actividades elegidas por España, que son las de gestión forestal (categoría 5A1) y gestión de tierras agrícolas (categoría 5B1).
- Adicionalmente, a petición del LULUCF-ERT de la Unión Europea (JRC) y para simplificar el envío conjunto de la UE, se han sustituido los datos de 1990 para las actividades no relevantes (todas menos CM⁴) por la etiqueta "NA".

En resumen, los nuevos cálculos realizados en las actividades de LULUCF-KP, se presentan en la tabla 10.2.1 para los cuatro años anteriormente citados, 1990, 2008, 2009 y 2010. Estos nuevos cálculos se deben a la nueva información para la actividad Gestión de Tierras Agrícolas (artículo 3.4). Asimismo, en la anterior edición, se informó erróneamente del depósito de COS en forestación/aforestación, lo que provoca la variación de la actividad A.1.1 para los años 2009 y 2010.

Tabla 10.2.1.- Nuevos cálculos en actividades de LULUCF-KP

	1990	2008	2009	2010
A. Actividades del Artículo 3.3	NA	0,00	10,53	10,55
A.1. Forestación y reforestación	NA	0,00	10,53	10,55
A.1.1. Unidades de tierras no taladas desde el inicio del periodo de compromiso	NA	0,00	10,53	10,55
A.1.2. Unidades de tierras taladas desde el inicio del periodo de compromiso	NO	NO	NO	NO
A.2. Deforestación	NA	0,00	0,00	0,00
B. Actividades del Artículo 3.4	0,00	32,29	36,62	58,12
B.1. Gestión forestal (elegida)	NA	0,00	0,00	0,00
B.2. Gestión de tierras agrícolas (elegida)	0,00	32,29	36,62	58,12
B.3. Gestión de pastizales (no elegida)	NA	NA	NA	NA
B.4. Revegetación (no elegida)	NA	NA	NA	NA

Nota: Como consecuencia del cambio de los datos de las actividades del año 1990, salvo para Gestión de Tierras Agrícolas, no procede la inclusión de valores de nuevos cálculos para este año.

⁴ En el año 1990, sólo son relevantes de cara al Protocolo de Kioto las variaciones de los stocks de CM, debido al balance neto-neto. Para el resto de actividades (artículo 3.3. y FM) la información del año 1990 sólo tiene un carácter informativo.

10.3.- Implicaciones en las tendencias de las emisiones

10.3.1.- Inventario de gases de efecto invernadero para informar a la Convención

Para ilustrar las implicaciones de los nuevos cálculos en las tendencias de las emisiones, en las figuras 10.3.1 a 10.3.9 se muestra la evolución comparada en forma de números índices de los resultados (emisiones de CO₂-equivalente) de la edición correspondiente al año 2013 del inventario con respecto a la edición anterior del año 2012.

Para la comparación de los índices se calcula la diferencia, en cada año, entre los valores de los índices correspondiente a la edición de 2013 y el de la edición de 2012 (valor Ed 2013 – valor Ed 2012).

En la figura 10.3.1 puede observarse cómo la serie de la edición 2013 del inventario presenta, con respecto a la edición anterior, un desplazamiento a la baja del agregado de emisiones de CO₂-equivalente⁵ entre las dos series, desplazamiento que en diferencias de los índices oscilan entre -2,5 y -0,01 a lo largo del periodo 1990-2011. Esta variación es consecuencia de la conjunción de los recálculos ya comentados en el epígrafe 10.2 para cada uno de los sectores de actividad que integran el inventario. En todo caso se mantiene en la presente edición un perfil similar al que mostraba esta serie agregada en la edición anterior del inventario.

La evolución de las tendencias según sectores de actividad se comenta seguidamente sobre la evidencia mostrada, respectivamente por las figuras 10.3.2 a 10.3.6.

Examinando la figura 10.3.2 puede extraerse la conclusión de que los perfiles tendenciales del sector Energía son muy similares, con un ligero desplazamiento a la baja de la nueva serie con respecto a la anterior hasta el año 2006, y que se amplía entre los años 2007 y 2010 como consecuencia de la revisión del cuadro del balance energético en la combustión industrial en estos años.

En la figura 10.3.3 se muestra la comparación de los perfiles de evolución temporal del sector Procesos Industriales, advirtiéndose aquí que ambas series son prácticamente coincidentes, situándose las únicas diferencias apreciables en los años 2006-2010, en los que se producen incrementos de los valores de la nueva serie con respecto al de la edición anterior, cuyo origen se encuentra esencialmente en las revisiones de las emisiones de gases fluorados indicadas en el epígrafe 10.2.

Los índices de evolución temporal del sector Uso de Disolventes y Otros Productos son, según se muestran en la figura 10.3.4, representativos de la incidencia de las

⁵ Como cifra de referencia (cifra de año base) para examinar la evolución de los índices del agregado de emisiones de CO₂-equivalente (sin contabilizar las correspondientes a LULUCF) se toma la cifra oficialmente aprobada que sirve como base para el cálculo de la Cantidad Asignada a España para la valoración del cumplimiento del compromiso del Protocolo de Kioto. Dicho año base viene referido en la figura 10.3.1 como “Año base PK”.

modificaciones ya comentadas en el epígrafe 10.2 realizadas en eluso de óxido nitroso con fines anestésicos y en las emisiones de COVNM (en determinadas actividades de uso de disolventes). En todo caso, aunque la variación de los índices es notable dentro de este sector, debe advertirse que los valores absolutos de emisiones son marginales en el total del inventario.

En el sector Agricultura, cuyos índices de evolución temporal se muestran en la figura 10.3.5, se aprecia como la diferencia a la baja entre los índices de ambas ediciones del inventario presenta valores entre -0,3 para el año 1990 y -3,1 para el año 2007. Estas variaciones, cuyas causas han sido comentadas en el epígrafe 10.2, tienen una incidencia notable en los índices del sector, y apreciable en el agregado.

En el sector de Residuos, véase la figura 10.3.6, se observan diferencias a la baja en los índices de evolución temporal entre ambas ediciones del inventario, diferencias que se van ampliando progresivamente desde el -0,6 del año 1991 hasta el -11,4 del año 2010. Estas diferencias son esencialmente consecuencia de los recálculos realizados en el tratamiento de las aguas residuales en los sectores residencial y comercial, con un descenso de las emisiones de CH₄ que se ve parcialmente compensado por el incremento que se produce debido a la incorporación en la estimación de las emisiones de los residuos depositados en verteder desde el año 1950 hasta el año 1969.

La evolución de las tendencias según gases se comenta seguidamente sobre la evidencia mostrada, respectivamente por las figuras 10.3.7 a 10.3.12.

En cuanto al CO₂, caben comentarios muy similares a los ya realizados anteriormente para el sector Energía, pues tanto la comparativa de perfiles de ambas series como las causas que motivan las diferencias vienen dominadas por los recálculos realizados en dicho sector, pues es el sector con mayor contribución a las emisiones de este gas.

Por lo que al CH₄ se refiere, las diferencias en los índices de evolución temporal, que se muestran en la figura 10.3.8, presentan un perfil creciente, con una brecha que se va ampliando con el tiempo, manteniéndose en todo caso la nueva serie por debajo de la serie de la edición anterior. Como causas explicativas de estas diferencias cabe señalar las ya citadas en el sector Residuos y en el sector Agricultura.

En la figura 10.3.9 se muestran los índices de evolución temporal de las emisiones de N₂O para el conjunto de actividades que emiten dicho gas. Como puede observarse, las diferencias entre ambos índices, todas ellas a la baja, están mayoritariamente originadas por las modificaciones realizadas en el sector Agricultura, y por la revisión ya mencionada en el uso de óxido nitroso con fines anestésicos.

En cuanto a los HFC, las diferencias en los índices de evolución temporal, que se presentan en la figura 10.3.10, son prácticamente inapreciables, excepción hecha de las correspondientes al periodo 2007-2009, donde se observan diferencias entre 0,2 y 3,2 puntos al alza al comparar los valores de ambos índices, y que son el resultado de las causas ya citadas al hablar de los recálculos de los HFC en el epígrafe 10.2.

Para los PFC, las diferencias en los índice de evolución temporal, que se presentan en la figura 10.3.11, son prácticamente inapreciables dada la escasa cuantía de las

modificaciones realizadas para estos gases, y que se concentran en la corrección de un error en los equipos de extinción de incendios.

Por último, en la figura 10.3.12 se muestra la comparación de los índices de evolución temporal de SF₆. Como puede observarse la diferencia entre los índices de ambas ediciones del inventario presenta valores al alza entre 11,0 del año 2009 y 26,3 del año 2006, como consecuencia de las modificaciones ya comentadas en el epígrafe 10.2.

Figura 10.3.1.- Comparación de tendencias del agregado

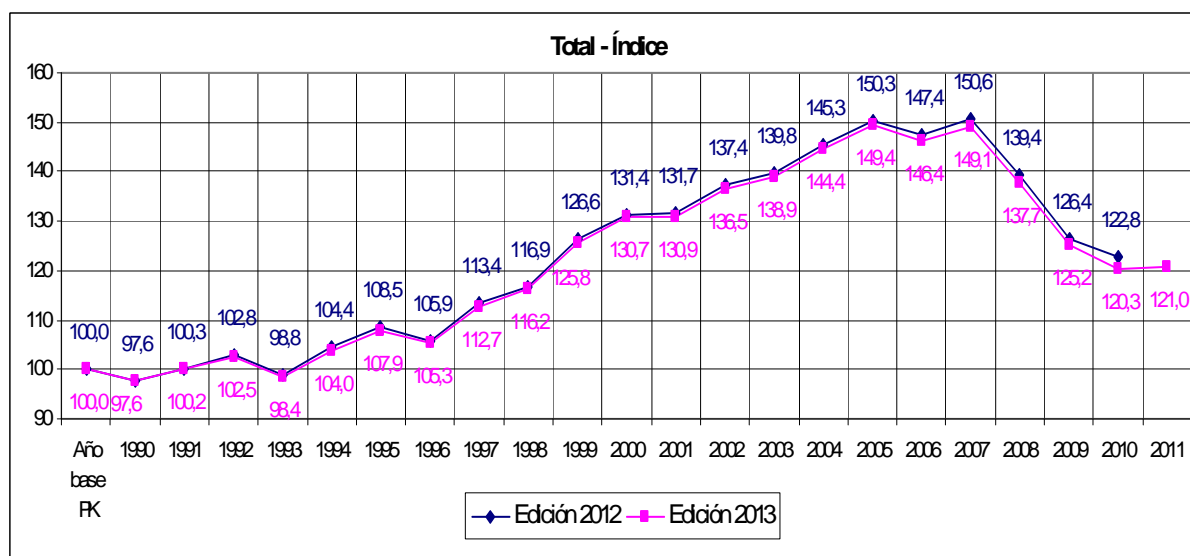


Figura 10.3.2.- Comparación de tendencias del sector energía

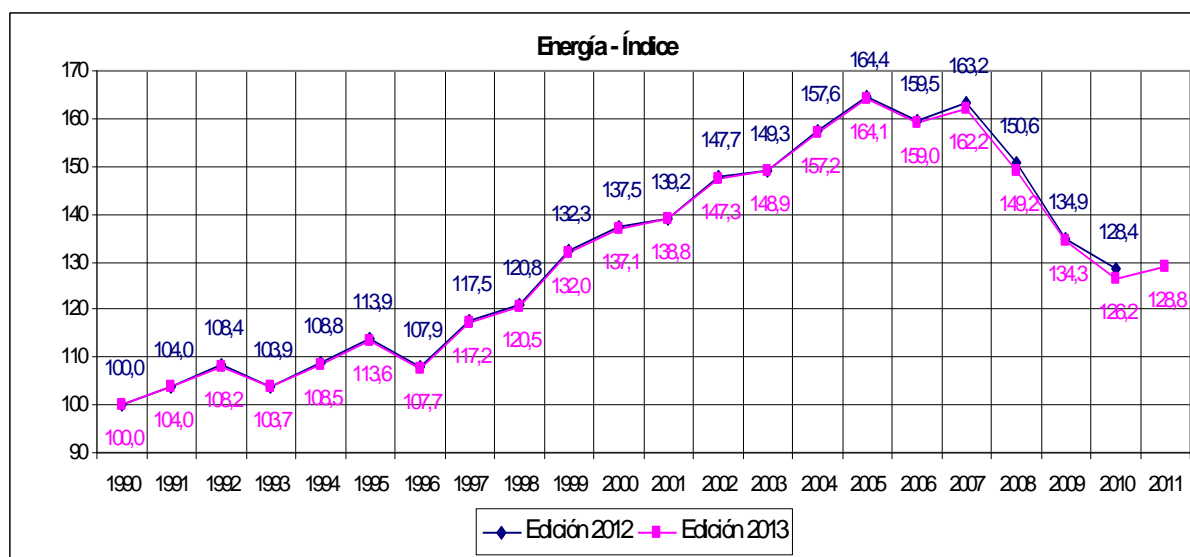


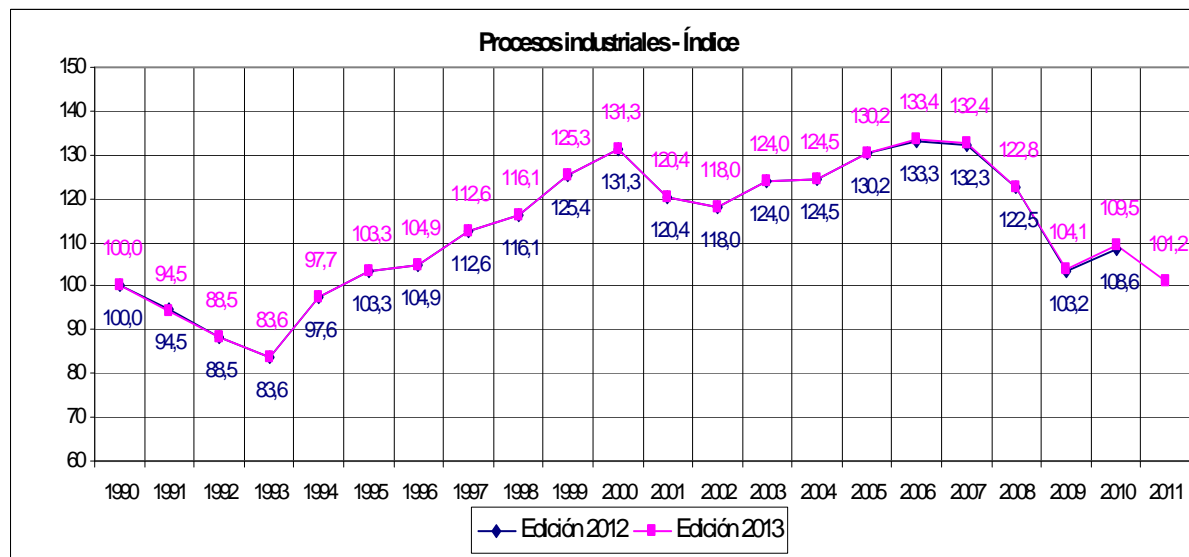
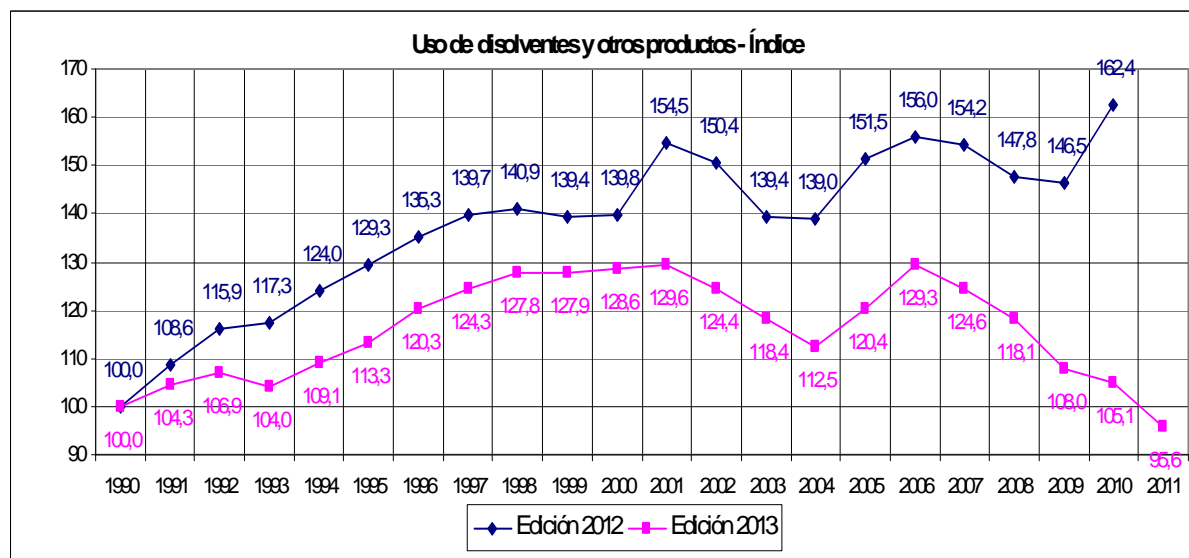
Figura 10.3.3.- Comparación de tendencias de los procesos industriales**Figura 10.3.4.- Comparación de tendencias del uso de disolventes y otros productos**

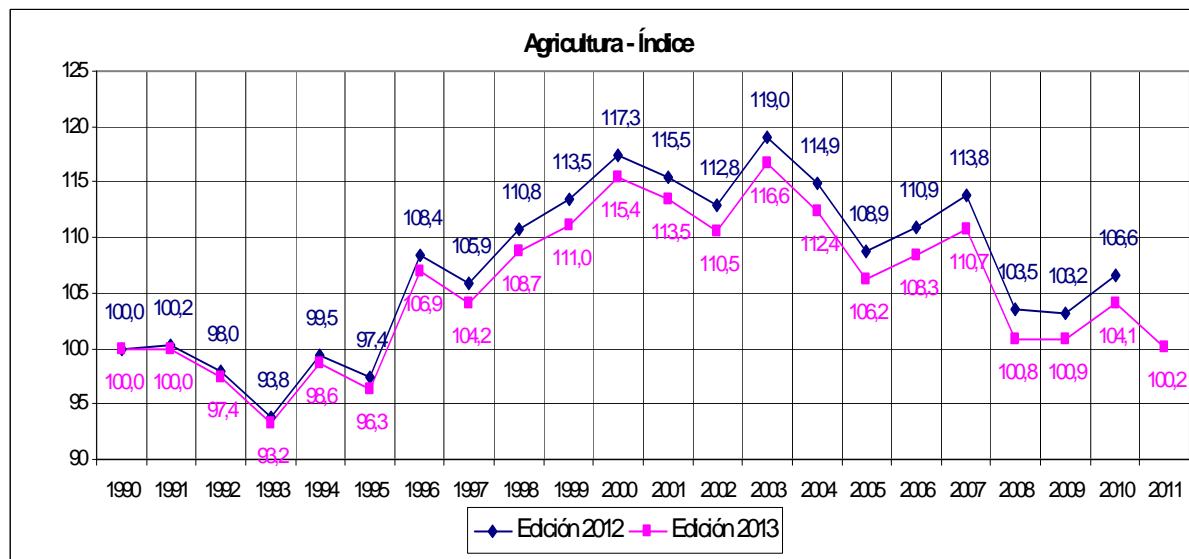
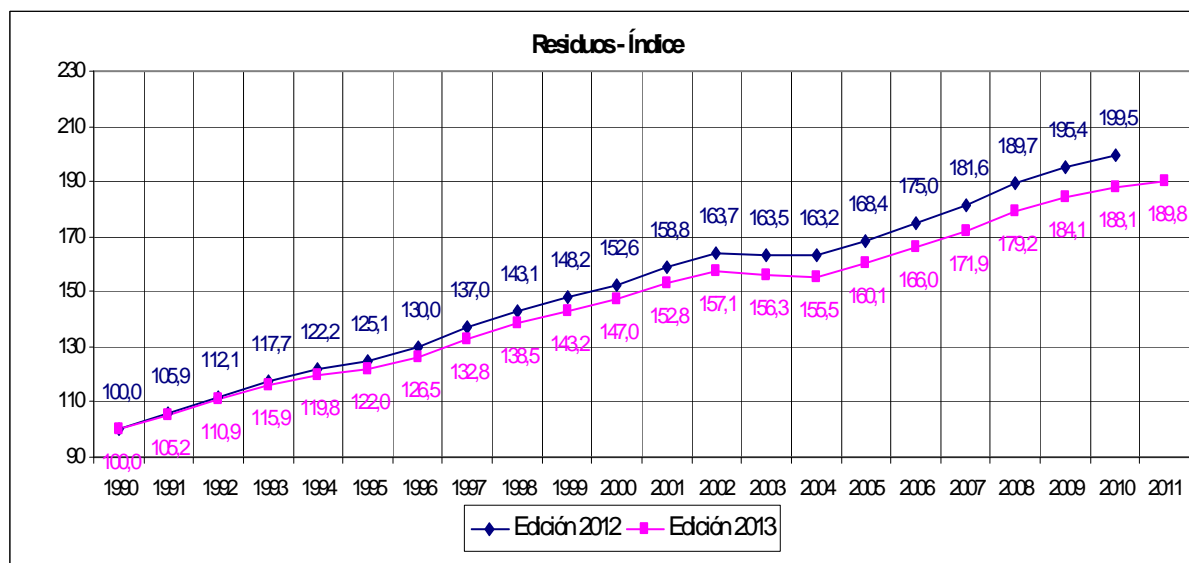
Figura 10.3.5.- Comparación de tendencias de la agricultura**Figura 10.3.6.- Comparación de tendencias de los residuos**

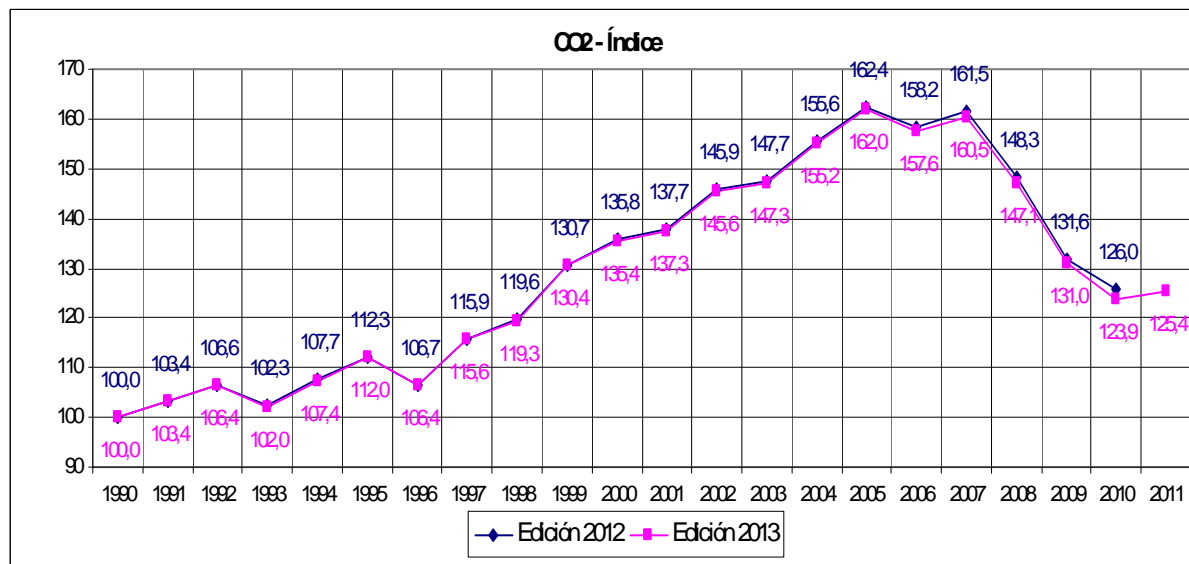
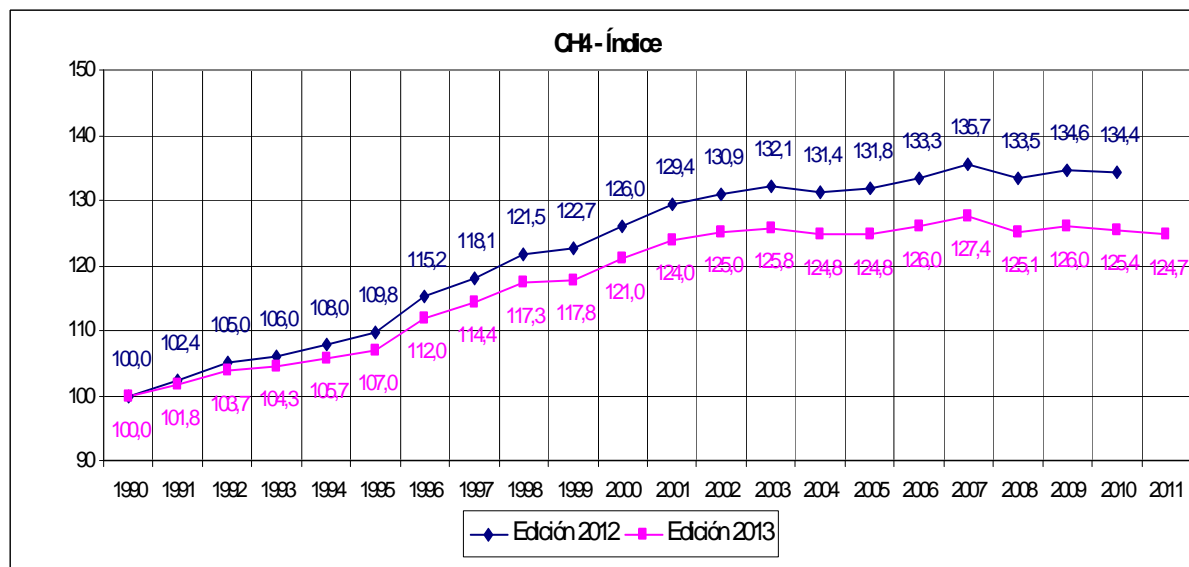
Figura 10.3.7.- Comparación de tendencias de las emisiones de CO₂**Figura 10.3.8.- Comparación de tendencias de las emisiones de CH₄**

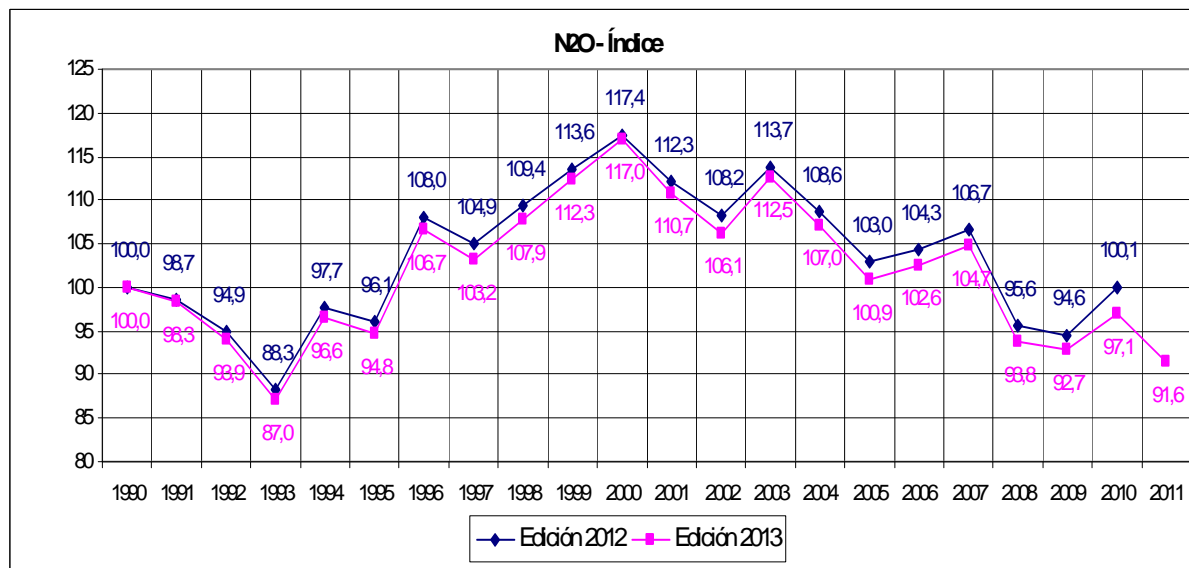
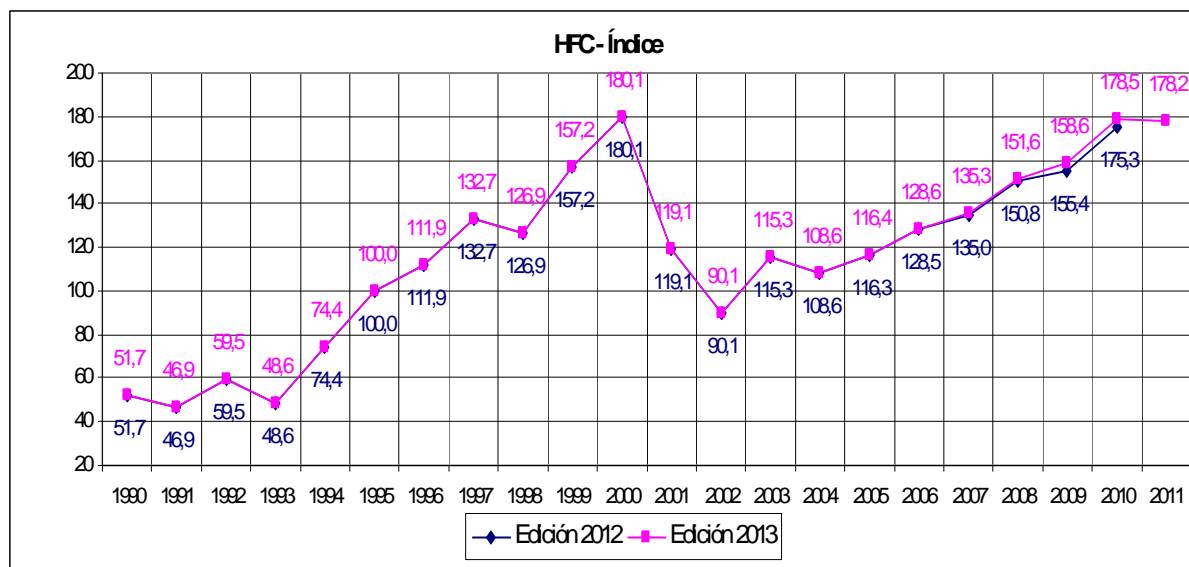
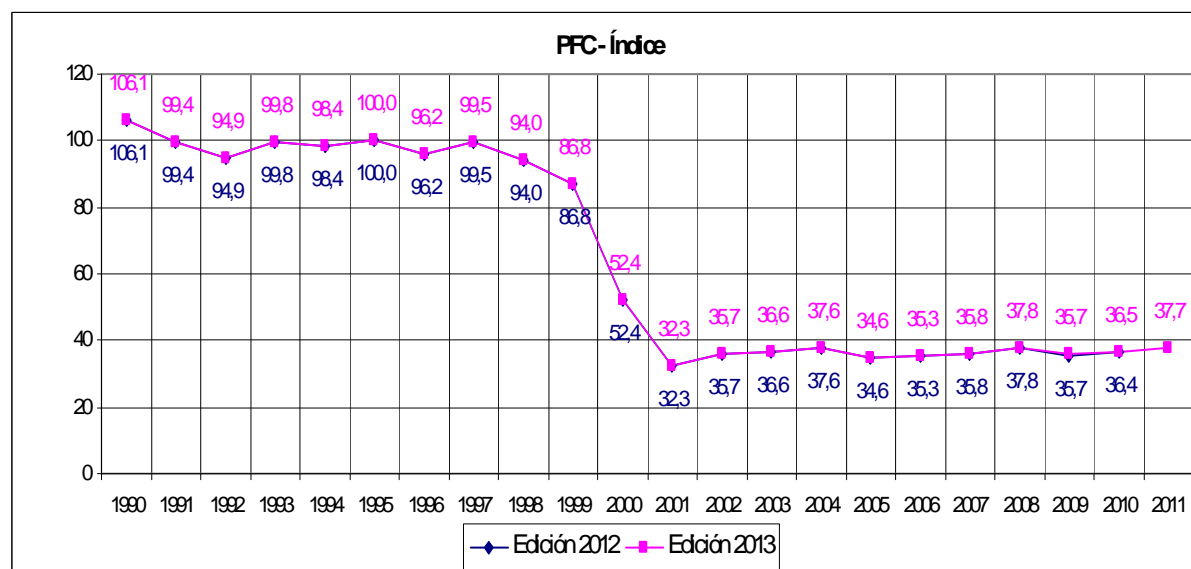
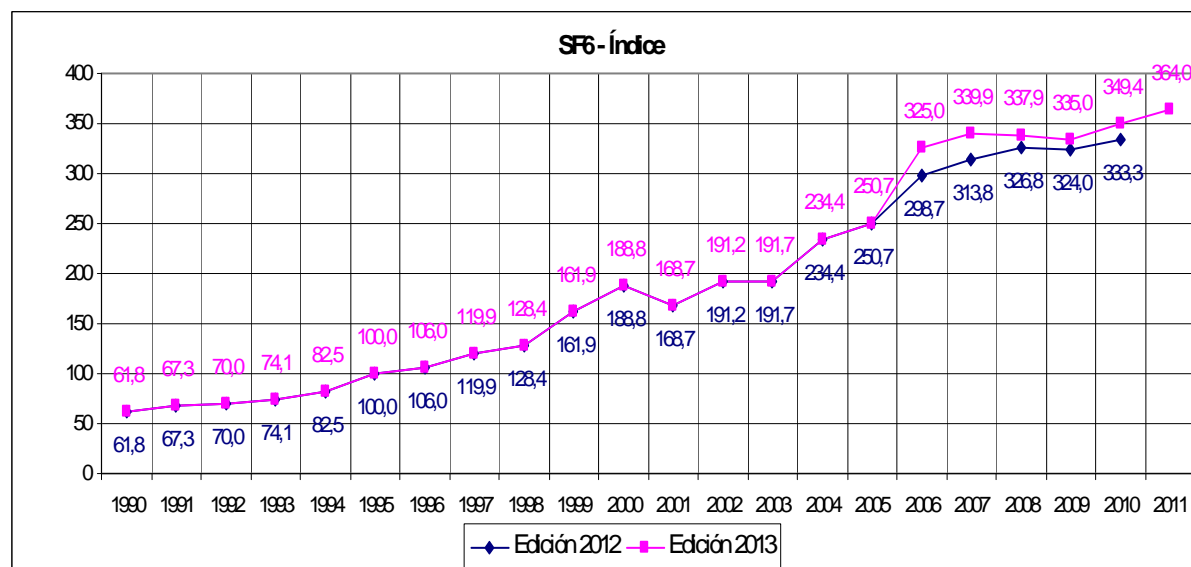
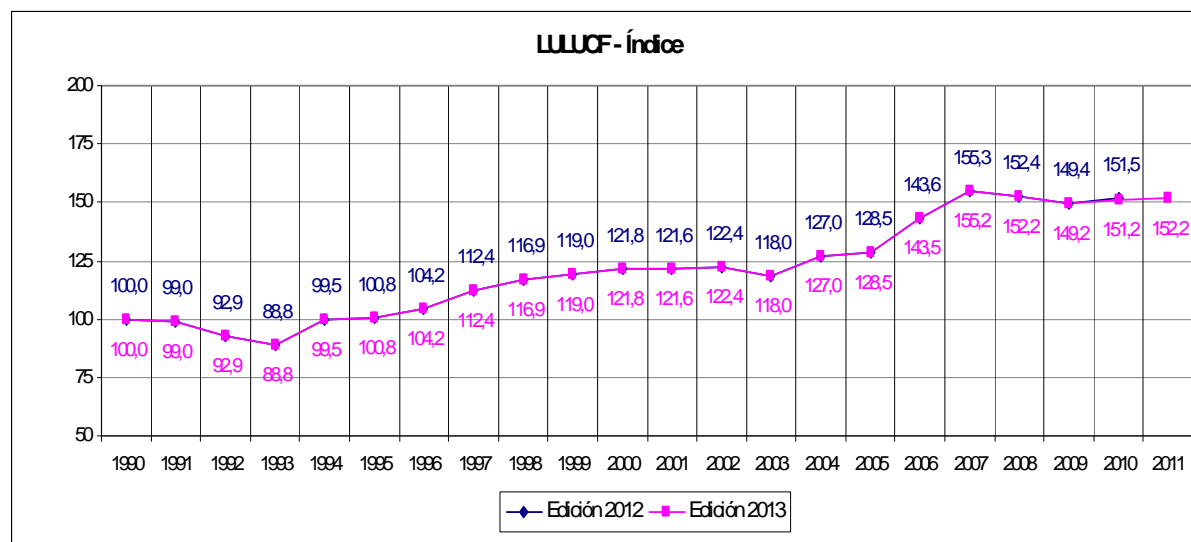
Figura 10.3.9.- Comparación de tendencias de las emisiones de N₂O**Figura 10.3.10.- Comparación de tendencias de las emisiones de HFC**

Figura 10.3.11.- Comparación de tendencias de las emisiones de PFC**Figura 10.3.12.- Comparación de tendencias de las emisiones de SF₆**

Tras describir en lo que va de este epígrafe las implicaciones en las tendencias de las variaciones en las emisiones de todas las categorías del inventario con la exclusión de LULUCF, se presenta ahora la información homóloga referida exclusivamente a la categoría de LULUCF.

Como puede apreciarse en la figura 10.3.13, el perfil del índice es similar entre ambas ediciones del inventario, con diferencias únicamente en el periodo 2006-2010 que oscilan entre -0,1 y -0,3 puntos, a las que contribuye mayoritariamente la categoría 5B1 (cultivos que permanecen como tales).

Figura 10.3.13.- Comparación de tendencias de LULUCF

10.3.2.- Información suplementaria para el Protocolo de Kioto

En síntesis, la información puede derivarse de la ya presentada para el sector LULUCF en el epígrafe 10.3.1 (véase, en particular, la figura 10.3.13), pero se reduce aquí la presentación de la información a los años 1990 y 2011, siendo la tendencia en todo caso muy similar a la que presenta la edición anterior.

10.4.- Realización de nuevos cálculos y mejoras previstas en el inventario

Esta sección se estructura en los apartados 10.4.1. y 10.4.2. siguientes.

Al final del capítulo se incluye el Apéndice 10.1 “Documentación sobre los principales cambios metodológicos ...”, en el que se presentan de forma sintética la relación de cambios metodológicos introducidos en el inventario con especial relevancia en el nivel, la tendencia y la cuantificación de la incertidumbre del conjunto del inventario.

10.4.1.- Inventario de gases de efecto invernadero para informar a la Convención

1) Nuevos cálculos

La realización de nuevos cálculos ha tenido una repercusión cuantitativa reducida en el agregado de emisiones de CO₂-equivalente de esta edición del inventario. Como cambios más significativos, destacan los realizados en:

- i) el sector Energía, como consecuencia esencialmente de: a) la revisión del cuadro del balance energético en los últimos años para el sector industrial; b) el transporte por carretera, por la revisión de la serie histórica de consumo de combustibles, la modificación de funciones de emisión COPERT para diversas categorías de vehículos, y por la inclusión de la estimación de emisiones de CO₂ debidas al consumo de lubricantes; y c) el transporte por tubería, al haberse incorporado la información facilitada por las empresas gasistas sobre consumo de combustibles en estaciones de compresión de gas natural;
- ii) el sector Procesos Industriales, como consecuencia de la corrección de un error en la estimación de las emisiones de gases fluorados en la fase de retirada de equipos de extinción de incendios, y por la revisión de las emisiones de HFC en la fabricación de hidrocarburos halogenados;
- iii) el sector Uso de Disolventes y Otros Productos, por la revisión de la variable de actividad de óxido nitroso utilizado como anestésico y por la revisión de factores de emisión de COVNM (que finalmente desembocan tras su oxidación en emisiones de CO₂) en diversas actividades de uso de disolventes;
- iv) el sector Agricultura, como consecuencia de: i) la implementación de una nueva metodología nacional para la estimación de las emisiones del ganado bovino; ii) la actualización de la metodología de estimación de las emisiones de amoníaco debidas a los fertilizantes sintéticos, que afecta al N disponible para su volatilización como N₂O; y c) la actualización de los datos de compost del año 2010;
- v) el sector LULUCF, en el que la revisión más importante ha sido la actualización de la serie de superficies de cultivos leñosos bajo prácticas conservadoras del suelo;
- vi) el sector Residuos, como consecuencia, por un lado, de la actualización de variables de actividad y factores de emisión para el tratamiento de las aguas residuales en los sectores residencial y comercial, y por otro lado, por la incorporación de los residuos depositados en vertedero desde el año 1950 hasta el año 1969.

Otros cambios son ya más puntuales y para su referencia se remite al apartado “nuevos cálculos” de los correspondientes capítulos sectoriales.

2) Mejoras previstas en el inventario

Entre las mejoras previstas en el inventario se consideran, por un lado las de tipo horizontal que afectan al conjunto del sistema del inventario nacional, y, por otro lado, las que se orientan a sectores específicos de actividad.

2.1) Horizontales

Las principales actuaciones de corte transversal previstas para la mejora del inventario son las siguientes:

- Continuación en el planteamiento de cuantificación de los objetivos de mejora del sistema del inventario nacional y de la cuantificación del balance objetivos-recursos.
- Profundización en el desarrollo de los arreglos institucionales especialmente en lo que concierne a la cooperación entre los departamentos ministeriales a través de sus puntos focales y a los grupos temáticos de trabajo establecidos con la participación de distintos ministerios y entidades colaboradoras. Entre estos grupos se incluye también el constituido con las comunidades autónomas para la armonización de los inventarios autonómicos y nacional.
- Continuación del programa de trabajo de contrastación de la desagregación por comunidades autónomas del inventario, y en el que se realizan tanto reuniones sectoriales (para abordar temas específicos de un sector) como reuniones bilaterales (para abordar temas específicos de una comunidad autónoma). En estas reuniones participa tanto el equipo del inventario como los representantes de las áreas de inventarios de las comunidades autónomas⁶.
- Continuación del programa de actualización del inventario para incluir entre la información de base la generada por el desarrollo de los instrumentos de comercio de derecho de emisiones (datos de base de emisiones de CO₂ certificadas). En este sentido de armonización (*streamlining*) mantiene su vigencia el acuerdo de colaboración entre, por un lado, los departamentos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, y por otro, las comunidades autónomas, orientado a la cumplimentación por estas últimas de un cuestionario por instalación sometida al régimen del Comercio de Derechos de Emisión⁷ mediante el cual las comunidades autónomas facilitan a la Administración General del Estado información de base y emisiones estimadas de CO₂ certificado por instalación sometida al citado régimen de seguimiento de emisiones de CO₂. En este punto, se hace mención al nuevo cuestionario facilitado por la Comisión de la Unión Europea para el seguimiento de las emisiones de GEI en las instalaciones ETS en el periodo 2013-2020.
- Aplicación selectiva, en determinados sectores de actividad (entre ellos Agricultura), del enfoque de nivel 2 (Tier 2) para la estimación de la incertidumbre.
- Desarrollo más detallado del texto y tablas del NIR para incorporar descripciones más transparentes de las metodologías de estimación de emisiones, y en su caso de la información de variables de actividad y parámetros más relevantes.

⁶ En el año 2012, se han mantenido reuniones bilaterales con la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha. Asimismo se han atendido consultas de los responsables de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

⁷ Cuestionario individual a instalaciones encuadradas dentro de la Decisión 2007/589/CE relativa a las directrices de notificación y validación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

2.2) Sectoriales

Aunque una relación detallada de las mejoras sectoriales ya ha sido presentada para cada actividad en los correspondientes capítulos sectoriales, se reseñan de nuevo aquí, por conveniencia de presentación, las que se consideran más relevantes.

a) Energía

a.1) General para la energía

Un punto prioritario de actuación sigue siendo la revisión metodológica para la elaboración del balance de combustibles (fósiles y biogénicos) planteada en colaboración con las unidades relevantes de la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR). Este punto incluye, tanto la cuantificación con desglose sectorial de los consumos de este tipo de combustibles en actividades energéticas, como de uso no energético, y la evaluación precisa de las características (contenidos de carbono y azufre, poder calorífico) de dichos combustibles.

Un tratamiento análogo sigue también en proceso para la mejora de la información sobre los consumos de combustibles de biomasa y otros combustibles derivados de residuos. En este se incluye la colaboración con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (IDAE-MINETUR) y con la Subdirección General de Residuos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. La colaboración con el IDAE-MINETUR continúa con la provisión, por parte de este instituto, de información individualizada por planta de cogeneración, lo que permite la contrastación y mejora de la información del balance de combustibles específico de dichas plantas y, en particular, de cómo las fracciones de combustibles imputables a generación de electricidad y a generación de calor se armonizan con la información del balance energético nacional.

Para el tratamiento de todos estos aspectos se considera muy relevante la creación en junio de 2012 del GT-Energía para tratar los aspectos comunes de balance energético nacional y sus implicaciones en el inventario nacional de emisiones.

a.2) Combustión en industrias del sector energético (1A1)

Se continuará con el control de las características de los combustibles con el objetivo combinado de identificar con mayor precisión los eventuales valores atípicos reportados por las grandes instalaciones de combustión (principalmente centrales térmicas, refinerías de petróleo) en que se recibe la información de base vía cuestionario individualizado por planta, y de eliminar o disminuir todo lo posible el recurso a la utilización de factores de emisión por defecto (principalmente refinerías de petróleo). Complementariamente, para el caso de las centrales térmicas, se planea proseguir con la contrastación de los factores de emisión por defecto utilizados en la distribución de las emisiones de CO₂ facilitadas históricamente por OFICO (Oficina de Compensaciones de la Energía Eléctrica), organismo hoy extinto, para estas instalaciones que estuvieran originando factores de emisión implícitos atípicos.

Por otra parte, se continuará con el contraste de las emisiones de CO₂ de las refinerías con la información disponible de emisiones certificadas para las plantas que

utilizan el instrumento de Comercio de Derechos de Emisión, permitiendo detectar valores anómalos en la información facilitada vía cuestionario.

Se prevé también continuar y extender en su caso el análisis individualizado de grandes vertederos y en especial de los que realizan valoración del biogás captado, así como de las plantas de biometanización.

Asimismo, tras la creación del GT-Energía, se pretende investigar el uso de algún combustible no convencional en refinerías, como es el caso del coque de petróleo. En el caso de que dichas plantas no realicen consumo efectivo de este combustible en instalaciones de combustión, se investigará cuál es el sector que utiliza las cantidades de este combustible que figura en los balances energéticos nacionales.

En cuanto a las plantas de transformación de combustibles sólidos (coquerías) se continuará con el procedimiento de recogida de información iniciado con motivo de la revisión de 2011 por el ERT para recabar información individualizada por planta para las coquerías no emplazadas en siderurgia integral.

a.3) Combustión en la industria (1A2)

Una primera línea de actuación en los planes de mejora es la de continuar y profundizar con el acceso a información individualizada por planta en determinados sectores de la metalurgia no férrea en los que el número de plantas existentes es reducido y por tanto el balance coste/beneficio del tratamiento de la información por planta es positivo (se trata de las actividades de fabricación de plomo secundario y cobre secundario, donde para algunas de ellas ya se dispone de información individualizada).

Otra mejora en este conjunto de actividades será la inclusión, en función de la disponibilidad de información, en la próxima edición del inventario de las emisiones de fabricación de cal en centros de actividad con producción intermedia en los sectores de producción de carbonato sódico y fundiciones de cobre (sobre los que no se tiene constancia en la actualidad) para confirmar la producción efectiva en España y, en su caso, iniciar el levantamiento de información primaria.

Por otro lado, si bien este planteamiento requiere un horizonte de ejecución temporal mayor, se pretende continuar con el proceso de mejora de la información básica sobre consumos de biomasa así como la tipificación de sus clases por cuanto son relevantes para la determinación de las características de poderes caloríficos y factores de emisión.

Por último, tras la creación del GT-Energía, se pretende mejorar la información sobre sectores de destino del uso de determinados combustibles (entre ellos, prioritariamente, el coque de petróleo y el gas natural), así como el uso no energético de combustibles que pueden afectar a la estimación de las emisiones, tanto de las actividades de combustión como de determinados procesos industriales.

a.4) Combustión en el transporte (1A3)

En cuanto al transporte aéreo, se ha seguido aplicando en la edición actual del inventario la metodología del modelo MECETA de tráfico y emisiones de la aviación civil, si bien sobre los resultados originales de dicho modelo, se ha realizado un ajuste de las estimaciones de consumo (y emisiones) resultantes del modelo para cuadrar

los consumos de combustibles resultantes del modelo con las cifras de ventas de carburante de aviación publicadas por organismos oficiales. Se proyecta continuar en la próxima edición el desarrollo, con asistencia de las entidades citadas, de un procedimiento más ajustado para la asignación del consumo elevado pendiente de imputar a cada cruce de segmento (nacional vs internacional) y fase del vuelo (CAD vs crucero) e integrar los datos de base y algoritmos de estimación de emisiones en el esquema de la base de datos relacional general del inventario, pues hasta ahora se ha operado trabajando con un módulo complementario al núcleo de la base de datos.

Por lo que se refiere al transporte por carretera, se propone avanzar en los siguientes aspectos, ya mencionados en anteriores ediciones, pero sobre los que en el desarrollo de la próxima edición será posible progresar debido a la disponibilidad de nueva información: i) ampliación de la información de base para la estimación del parque circulante, y, en concreto, la recogida de información sobre los nuevos sistemas de propulsión. A este respecto cabe señalar la posibilidad de incorporación de nuevos estudios de parque circulante urbano adicionales al de Madrid (posiblemente Sevilla y Barcelona), así como de la red de carreteras del estado; ii) ampliación de la información de base sobre el desglose territorial del consumo de combustibles, y el balance de dicho consumo con las cifras de ventas por unidades territoriales: Península, Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla; y iii) introducción de los histogramas de velocidades de los recorridos realizados en la Red de Carreteras del Estado para la estimación de las emisiones.

Por último, para el tráfico marítimo, continúa el plan de colaboración, tanto con la Dirección General de Marina Mercante, con el Ente Público Puertos del Estado como con la Asociación de Navieros Españoles (ANAVE), para acceder y poder procesar la información correspondiente a las variables de actividad en el tráfico marítimo nacional, e incluso de las rutas marítimas seguidas por el mismo. En los contactos mantenidos hasta el momento con las distintas entidades, la Dirección General de Marina Mercante ha proporcionado documentación acerca de la información disponible en formato electrónico, que está siendo analizada para desarrollar una metodología que permita la reducción de la incertidumbre y el aseguramiento de la coherencia temporal de la serie, solventando así las limitaciones de información especialmente de los primeros años del periodo inventariado.

Por otra parte, y a través del recientemente creado GT-Energía, se pretende mejorar el soporte de información de la asignación de consumo de combustibles al transporte marítimo y, en especial, la diferenciación entre las partes atribuidas a navegación nacional y a tráfico marítimo internacional. Con este objeto también se examinarán las características diferenciadas de los tres combustibles principales consumidos en esta actividad: fuelóleo marítimo, gasóleo marítimo y diésel marítimo.

a.5) Combustión en otros sectores (1A4)

Se sigue trabajando en la metodología alternativa de estimación del consumo de combustibles de la maquinaria móvil agroforestal (integrando información sobre estándares de requerimiento energético y otros parámetros relevantes para los algoritmos de estimación de las emisiones). Esta línea de trabajo, emprendida en ediciones previas del inventario en colaboración con la Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), se orienta esencialmente a una cuantificación del esfuerzo

requerido por el parque de tractores para desarrollar las labores agrícolas de acuerdo a las superficies cultivadas y las producciones obtenidas. Esta nueva metodología está siendo contrastada con los resultados obtenidos con otras fuentes, tales como información tributaria e incentivos fiscales, encuestas de consumos energéticos del Instituto Nacional de Estadística o indicadores económicos del medio rural elaborados por el MAGRAMA. Este proceso se desarrolla dentro del marco de revisión más extensiva del balance energético de gasóleo que, abarcando el bloque de consumo final, identifica los sectores susceptibles de ver modificado su consumo (ya sea mediante mejora de su metodología de cálculo o efecto de una reubicación de partidas asignadas en la edición anterior) que garantice el cuadre con la disponibilidad para consumo final.

Por lo que respecta a la combustión estacionaria, se sigue investigando la forma de abordar el levantamiento de información de base sobre la penetración de nuevas tecnologías en las instalaciones térmicas de este sector.

Entre los objetivos de mejora planteados por el recientemente creado GT-Energía se ha identificado como prioritario el proceso de armonización de fuentes y consistencia de las series de consumos imputados a los sectores comercial-institucional. A este respecto, se ha propuesto al GT-Energía el análisis de la homogeneidad temporal en el procedimiento de asignación de consumos a estos sectores dentro del balance energético nacional y el análisis comparativo, e integración en su caso, de los resultados recogidos en estudios nacionales de consumo sectorial desarrollados en el marco de proyectos europeos estadísticos (Análisis del consumo energético del sector residencial en España, Proyecto SECH-SPAHOUSEC, elaborado por IDAE e impulsado por EUROSTAT).

a.6) Emisiones fugitivas (1B)

Se seguirá investigando la relación de nuevas empresas suministradoras de gas a medida que se vayan incorporando al mercado gasista, solicitando la información pertinente con el objeto de obtener un desglose más específico sobre determinados segmentos de este mercado.

Adicionalmente se pretende dentro de GT-Energía si se dispone de información directa plasmada en cuestionarios de emisiones en las plantas de prospección, exploración y producción de petróleo y gas natural, o en su defecto de las variables de actividad relevantes para la estimación de aquellas emisiones.

En cuanto a las coquerías no ubicadas en plantas siderúrgicas integrales, se continuará con el procedimiento de recogida de información iniciado con motivo de la revisión de 2011 por el ERT para recabar información individualizada por planta para las coquerías no emplazadas en siderurgia integral.

b) Procesos industriales

b.1) Productos minerales (2A)

En la fabricación de cemento, el esfuerzo de mejora se centrará sobre la variable de actividad, tratando de obtener información individualizada por planta, información que actualmente facilita la asociación empresarial OFICEMEN de manera agregada, con desglose provincial para las plantas de una misma provincia.

Para la fabricación de cal, se prevé abrir una línea de investigación con respecto a la producción de cal intermedia en los sectores de producción de carbonato sódico y fundiciones de cobre (sobre los que no se tiene constancia en la actualidad) para confirmar la producción efectiva en España y, en su caso, iniciar el levantamiento de información primaria. Adicionalmente, se está investigando con ANCADE la información suministrada para el año 2011 relativa a los datos de actividad (cal producida) y su grado de pureza, dada la existencia de valores atípicos en el parámetro de pureza reportados por algunas plantas, lo que provoca un descenso del factor de emisión implícito de CO₂ en este año⁸.

En lo referente al uso de piedra caliza y dolomita, se propone continuar los trabajos en curso de investigación de los coeficientes de riqueza de carbonato en las materias primas para poder aquilatar con mayor precisión los correspondientes factores globales de emisión, al entender que este factor de riqueza es el parámetro que puede mostrar una mayor variabilidad. Esta mejora esta condicionada a la disponibilidad de información a nivel de planta en el sector de fabricación de ladrillos y tejas que pudiera obtenerse sobre la información de base utilizada para el cálculo del CO₂ certificado de comercio de emisiones.

b.2) Industria química (2B)

Se pretende continuar con el seguimiento individualizado, a nivel de planta y proceso, de los flujos de entradas y salidas para el cálculo del balance de carbono. Actualmente, se sigue investigando la homogeneidad de la evolución temporal del factor de emisión implícito que se obtiene en las plantas de fabricación de carburo de calcio, como consecuencia de la variabilidad de dicho factor de emisión, que se detecta en los últimos años.

Adicionalmente, en el curso del último año, se ha avanzado significativamente en el conocimiento de la composición fósil/no fósil de los consumos no energéticos en los sectores de fabricación de ferroaleaciones y silicio metal, habiéndose abierto un contacto directo sobre el tema con cada una de las plantas (todas ellas pertenecientes a la misma empresa). De cara al futuro, se prevé continuar con esta vía de información directa y específica de planta en este sector.

b.3) Producción metalúrgica (2C)

En sector del hierro y el acero se continúa con el plan de mejora en la recogida de la información de base de las acerías eléctricas, y con la revisión de la metodología de balance neto de CO₂ a partir de los contenidos de carbono de materiales entrantes y salientes. En este sentido se prevé, con relación a la estimación de la presente edición, computar la contribución que aporten a las emisiones las ferroaleaciones incorporadas como entradas al proceso (que hasta ahora se consideraba que formaban parte del balance neutro de entradas y salidas).

⁸ Esta línea de actuación está orientada a responder de manera más precisa a la cuestión planteada a España en el ejercicio de QA/QC para la elaboración del Inventario de emisiones de la Unión Europea.

Para la producción de aluminio, se encuentra en marcha una investigación para el seguimiento más preciso de los consumos no energéticos de coque de petróleo y coque metalúrgico, cuya estimación permite determinar con mayor precisión la proporción consumida de estos combustibles, con sector de destino conocido, con respecto al consumo total de los mismos para uso no energético (punto este último que ha sido objeto de valoración por los equipos revisores de la SCMNUCC).

b.4) Producción de halocarburos y SF₆ (2E)

Se pretende continuar con el proceso de interacción con la, actualmente, única planta fabricante de HCFC-22 en lo referente a la evolución de la incertidumbre.

b.5) Consumo halocarburos y SF₆ (2F)

En cuanto al consumo de HFC se está llevando a cabo, dentro del proyecto *MS support for KP reporting*⁹, una investigación para mejorar la información de base sobre el uso de gases fluorados en los sectores de refrigeración y aire acondicionado y aerosoles.

Con respecto al sector de refrigeración y aire acondicionado, los esfuerzos se están centrando en la obtención de información por defecto sobre penetración de los distintos tipos de gases fluorados en el sector por sub-categoría de uso (refrigeración doméstica, refrigeración comercial, transporte refrigerado, refrigeración industrial, aire acondicionado estacionario y aire acondicionado móvil) y por tipo de producto.

Con relación al sector de aerosoles, el objetivo de los planes de mejora es obtener nueva información de base sobre la penetración del uso de gases fluorados como propelentes en aerosoles con inhalador, de uso principalmente farmacéutico.

Adicionalmente, en el sector de aerosoles se ha obtenido nueva información procedente de AEDA con respecto a estimaciones de emisiones de HFC-134a en el proceso de fabricación de aerosoles innovadores que, pese a la prohibición de su consumo dentro de la Unión Europea, se siguen fabricando para su exportación. Esta información, una vez contrastada, se incorporará en la siguiente edición del Inventario.

Por lo que respecta al consumo de SF₆ en equipos eléctricos, se están abordando los siguientes puntos:

- i) a corto plazo, dentro del Acuerdo Voluntario vigente para el periodo 2008-2012:
 - mejora de la información de base en las fases de operación y mantenimiento de equipos eléctricos mediante un procedimiento de monitoreo de las operaciones de recarga sobre una muestra muy representativa del parque total de equipos de alta tensión;
 - obtención de información contrastada sobre emisiones producidas por incidentes en equipos, de forma complementaria a la información sobre

⁹ Assistance to Member States for effective implementation of the reporting requirements under the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

operaciones de recarga en las fases de operación y mantenimiento de equipos;

- ii) a medio plazo, la Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial del MAGRAMA está considerando la posibilidad de extender el Acuerdo Voluntario más allá del año 2012, con objeto de continuar la colaboración con las empresas del sector y mejorar la información de base, especialmente en la fase de retirada de los equipos.

c) Uso de disolventes y otros productos

Dentro de este sector, se sigue trabajando en un conjunto de tareas que tienen por objetivo continuar con las mejoras ya introducidas en la presente edición sobre la estimación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (y su incidencia en las emisiones de CO₂-eq) con prioridad en las actividades de aplicación de pintura, uso doméstico de disolventes, artes gráficas y aplicación de colas y adhesivos. Asimismo se está trabajando para investigar se sigue trabajando en la investigación de las causas que originan las fluctuaciones que se presentan en la serie de consumo de N₂O con fines anestésicos.

d) Agricultura

d.1) Fermentación entérica en ganado doméstico - CH₄ (4A)

Se está realizando una revisión global de la metodología y actuando para la obtención de los parámetros básicos a través del Grupo de Trabajo sobre Ganadería para el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (GT INV-GAN) del MAGRAMA con la colaboración de expertos en la materia. Los primeros resultados de esos estudios han sido implementados para el vacuno, el porcino y las aves. Se espera que los resultados obtenidos para el resto de especies (ovino y caprino) puedan, una vez hayan sido contrastados, ser incorporados en la próxima edición del inventario.

d.2) Gestión de estiércoles - CH₄ (4B)

Se está realizando una revisión global de la metodología y actuando para la obtención de los parámetros básicos a través del Grupo de Trabajo sobre Agricultura para el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (GT INV-AG) del MAGRAMA con la colaboración de expertos en la materia. Los resultados de esos estudios podrán, una vez hayan sido contrastados, ser incorporados a la información de base de este sector del inventario, lo que se espera llevar a cabo en la próxima edición del inventario.

d.3) Suelos agrícolas - N₂O (4D)

Se está realizando una revisión global de la metodología y actuando para la obtención de los parámetros básicos a través del Grupo de Trabajo sobre Agricultura para el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (GT INV-AG) del MAGRAMA con la colaboración de expertos en la materia. Los resultados de esos estudios podrán, una vez hayan sido contrastados, ser incorporados a la información de base de este sector del inventario, lo que se espera llevar a cabo en la próxima edición del inventario.

d.4) Gestión de estiércoles - N₂O (4B)

Se están realizando, en este momento, estudios de campo para poder determinar con mayor base estadística la distribución de los sistemas de manejo de los estiércoles en el caso español. Sus primeros resultados han sido aplicados ya para el vacuno, el porcino y las aves y se espera poder incluir los resultados definitivos en la próxima edición del inventario. Asimismo, la revisión metodológica de los parámetros zootécnicos, comentada en el apartado 6.2.6, tendrá un impacto en las emisiones de esta actividad.

d.5) Otras fuentes clave

Se está realizando una revisión global de la metodología y actuando para la obtención de los parámetros básicos a través del Grupo de Trabajo sobre Agricultura para el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (GT INV-AG) del MAGRAMA, con la colaboración de expertos en la materia. Los resultados de esos estudios podrán, una vez hayan sido contrastados, ser incorporados a la información de base de este sector del inventario, lo que se espera realizar en la próxima edición del inventario.

e) Usos del suelo, cambios de uso del suelo y silvicultura

En primer lugar se presentan las mejoras planificadas que afectan a todo el sector. De cara a próximas ediciones del Inventario, se pretende realizar una nueva asignación de la superficie española a las categorías de uso del suelo de UNFCCC. Estos cambios pueden diferenciarse en dos grupos: i) los destinados a mejorar la coherencia de las definiciones de las categorías con las definiciones que se recogen en la GPG-LULUCF 2003 de IPCC; y ii) los cambios que procuran mejorar la homogeneidad interna de los distintos usos del suelo.

Entre los primeros se encuentra la revisión de la definición de la categoría otras tierras de forma que no incluyan superficies con vegetación arbustiva, así como la de la categoría humedales, que pasaría a incluir los espacios acuáticos (ríos, embalses,...). Adicionalmente, para la mejora de la caracterización de las seis categorías UNFCCC, se está estudiando una subdivisión de las mismas. Por tanto, se está valorando la desagregación de la categoría tierras agrícolas en las subcategorías cultivos herbáceos y cultivos permanentes; la categoría pastizales en pastizales con vegetación herbácea, con vegetación predominantemente arbustiva y con vegetación arbórea; y los humedales en tierras húmedas y láminas de agua.

Asimismo, como ha recomendado el ERT de la In Country Review 2011, se sigue trabajando en disminuir el número de depósitos actualmente informados como "NE" por carencia de metodología o datos de base, con el fin de lograr una mejor exhaustividad del Inventario

A continuación se presentan los planes de mejora programados para las distintas categorías de usos del suelo de UNFCCC.

e.1) Bosque (5A)

Aunque en esta edición del inventario (véase epígrafe 11.3.1.2) se ha argumentado que los depósitos de madera muerta y detritus del bosque no constituyen fuente, no

se ha presentado una cuantificación de su nivel como sumidero. Esta es una actuación que se está investigando para poder presentar datos cuantitativos en las próximas ediciones del inventario. Adicionalmente, se está estudiando la posibilidad de disponer de información que permita estudiar las variaciones en el stock de carbono orgánico en los suelos de los bosques que permanecen como bosque, así como de las forestaciones de “otras tierras” (OL).

Por otra parte, con motivo de mejorar la caracterización de la evolución de las tierras forestales en España, se está valorando la inclusión de los resultados parciales disponibles del IFN4, aún cuando esta mejora estará restringida a una pequeña parte del territorio nacional.

Asimismo, como recomendó el ERT durante la In-Country Review de 2011, se está estudiando la posibilidad de caracterizar las reforestaciones con datos de base específicos de especies utilizadas en la reforestación. En el caso de obtener esta información, se podría abandonar la asunción de que las repoblaciones se realizan con el mismo mix de especies existente en la provincia. Como en otros casos, esta mejora viene fundamentalmente condicionada por la información de base.

Finalmente, también a requerimiento del ERT de la In Country Review 2011, con el fin de evitar una infraestimación de las emisiones de quema de biomasa en el bosque, se está trabajando en la estimación de la cantidad de biomasa afectada por las quemadas controladas.

e.2) Cultivos agrícolas (5B)

En cuanto a prácticas de gestión conservadoras de suelos, se plantea la extensión a los cultivos herbáceos de los procedimientos de estimación de los flujos de GEI que, actualmente, ya están implementados en el inventario para los cultivos leñosos. En el caso de los cultivos herbáceos, el reto a futuro es la obtención de la información de base en una forma apropiada para su posterior procesamiento de tales flujos. Así, se deberá recabar la información de los siguientes tres sistemas de gestión agrícola: agricultura integrada, agricultura ecológica y agricultura de conservación. La información se pretende que tenga, como desglose espacial, al menos el nivel de comunidad autónoma, que es al que se llega en las prácticas de conservación de suelos de cultivos leñosos. Como parte de este proceso se pretende revisar, a petición del ERT de la In Country Review 2011, la asignación de los factores de variación de reservas de COS a las distintas prácticas de conservación de los suelos en los cultivos leñosos.

Se sigue investigando la posibilidad de incluir en futuros inventarios los cálculos correspondientes a otros factores que influyen en el balance de carbono en los depósitos del suelo y de la materia orgánica muerta en tierras agrícolas, en especial caracterizando las tasas de descomposición. Con este propósito, en la estimación de las variaciones de las reservas de carbono en los suelos se podrían incluir en estos cálculos, si fuera posible disponer de dicha información, factores de variación de reservas específicos nacionales, en vez de utilizar valores por defecto de IPCC.

Por otra parte, se pretende precisar, para la categoría de otros cultivos leñosos, tasas y datos específicos desagregados por cada tipo de cultivo que ha sido necesario incorporar a esta categoría (es decir, frutales cítricos, frutales no cítricos y otros cultivos leñosos), con la finalidad de poder aportar resultados más detallados.

A la hora de realizar los cálculos del balance de carbono de la biomasa viva se investigará, como alternativa, el uso de funciones no lineales para la estimación de las tasas de acumulación y pérdida de biomasa viva.

A petición del ERT de la In Country Review 2011, se va si existen variaciones en el depósito de madera muerta y detritus. Actualmente, se asumen que estas variaciones no existen. De ser posible probarlas, como recomienda el ERT, se sustituiría la etiqueta "NE" actual por "NO".

Finalmente, a petición del EU ERT LULUCF (JRC), se va a investigar la existencia de incendios incontrolados que afecten a los cultivos leñosos.

e.3) Pastizales (5C)

La principal línea de mejora que afecta a esta actividad es la reasignación de las superficies a los distintos usos del suelo, lo que requerirá volver a estimar el valor de COS para los pastizales. Asimismo, se está iniciando una investigación para cuantificar el crecimiento del depósito de la biomasa del matorral. Finalmente, a requerimiento del ERT se está estudiando la inclusión de las emisiones de CH₄ y N₂O debidas a los incendios.

e.4) Humedales (5D)

Para una edición futura del inventario se pretende desarrollar un procedimiento de estimación para las emisiones y absorciones de metano y óxido nitroso en los humedales que permanecen como tales.

e.5) Asentamientos (5E)

De cara al futuro se pretende investigar una metodología para cuantificar las restantes variaciones de los depósitos de carbono de esta categoría no considerados actualmente, cuando sea procedente en función del tipo de uso previo de las tierras no forestales convertidas a asentamientos.

Asimismo, a petición del ERT de la In Country Review 2011, se tratará de identificar información adicional que permita mejorar la actual estimación de las superficies de otros usos que pasan a asentamiento.

e.6) Otras tierras (5F)

Debido a la probable reasignación de las superficies a los distintos usos del suelo, esta categoría pasará a ser residual y, de acuerdo con las guías de IPCC, no será necesario estimar sus flujos de emisiones/absorciones.

f) Residuos

Una prioridad general para la mejora del sector Residuos es continuar con los procedimientos ya en marcha de verificación de los datos (series temporales) de generación de residuos (incluyendo los lodos de plantas depuradoras de aguas residuales) y de la distribución de los mismos según sistemas y tecnologías de tratamiento, todo ello en colaboración con las entidades institucionales con competencias en la materia, entre las que cabe citar a la Subdirección General de Residuos y la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Como actuaciones más concretas en subsectores específicos cabe reseñar las siguientes:

f.1) Depósito en vertederos

Se seguirá profundizando en el trabajo ya iniciado en ediciones anteriores del inventario referente a la recogida directa e individualizada, vía cuestionario de información, sobre grandes vertederos que mayoritariamente recuperan biogás. Con esa nueva información de base se mejorarán los contrastes sobre parámetros de gestión de vertederos individualizados, así como las series de residuos depositados y captación de biogás con o sin recuperación energética en vertederos gestionados. Fruto de estos trabajos se considera se derivará una mejora significativa de la calidad de la información y de la fiabilidad de las estimaciones de las correspondientes emisiones. También se ampliará la información de los vertederos no individualizados con nuevos datos de cantidades depositadas de los residuos provenientes del sector servicios (comercio, oficinas e instituciones), y los residuos producidos por la limpieza de vías urbanas, fosas sépticas, alcantarillas, parques y jardines, recogida de voluminosos y lodos procedentes de estaciones depuradoras urbanas. Asimismo se está recopilando y analizando la información de captación de biogás de dichos vertederos.

Se revisará la composición macroscópica por defecto de los residuos depositados en vertederos a nivel nacional por composiciones por defecto a nivel de Comunidad Autónoma a partir de la información que han enviado vía cuestionario, adoptando los valores de algún estudio realizado por dichas Comunidades o a través del “Plan Piloto de Caracterización” realizado por el MAGRAMA durante el periodo 2011-2012 en el que se ha llevado a cabo el análisis de 378 muestras de distintas fracciones de residuos.

Asimismo, sigue en marcha el proceso de colaboración con la Subdirección General de Residuos del MAGRAMA para la mejora de información sobre el balance de uso y destino de los diferentes tipos de residuos, los procesos y gestión en vertederos y los tratamientos emergentes de residuos (compostaje, biometanización, etc.), así como el proceso de colaboración con los responsables técnicos del sector residuos de las CCAA para la aportación de nueva información contrastada sobre la composición tipológica de los residuos.

f.2) Plantas de biometanización

La biometanización en España es una práctica de tratamiento de los residuos reciente y de uso todavía limitado realizada como alternativa del depósito en vertederos controlados. En la edición actual no se ha podido obtener información de todas las

plantas identificadas por lo que se espera mejorar este aspecto de cara a la próxima edición.

f.3) Tratamiento aguas residuales

Reconocida la incertidumbre actualmente asociada, tanto para el tratamiento de aguas residuales industriales como de origen residencial-comercial, se considera prioritario continuar con la colaboración de la Dirección General del Agua del MAGRAMA. Actualmente existen dos vías de colaboración, por una parte se está colaborando con la Subdirección General para la Gestión Integral del Dominio Público Hidráulico (SGGIDPH) para mejorar la información referente al tratamiento de las aguas residuales industriales. Por otro lado, en línea con la mejora de información incorporada en la presente edición para el tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico-comercial, se espera poder disponer de una actualización, con datos para el año 2010, del estudio elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) para los años pares del periodo 1998-2008. Adicionalmente se realizarán a esta misma fuente dos consultas: i) una para estudiar la posibilidad de poder diferenciar geográficamente, tal y como recomienda el equipo revisor, las emisiones de N_2O procedentes del consumo de proteína humano; ii) otra que permita conocer, para todo el periodo inventariado, una distribución porcentual de los sistemas de quema/aprovechamiento energético del biogás captado en las EDARs. Se espera que en la próxima edición del inventario pueda incorporarse ya el procesamiento de la información recibida y de la complementaria que se reciba para cubrir toda la revisión de información de base de este sector. También se está trabajando para poder incorporar, en la estimación de las emisiones de N_2O debidas al consumo de proteína humano, la metodología facilitada en las Guías 2006 IPCC, la cual permite una estimación más precisa pero que requiere de una información adicional sobre la que se está trabajando ya para su incorporación en la próxima edición de Inventario.

f.4) Extendido de lodos

Reconocida la incertidumbre actualmente asociada, principalmente en los factores de emisión después de las mejoras incorporadas en la presente edición en lo que a la variable de actividad se refiere, se considera prioritario seguir colaborando con las diferentes instituciones implicadas para continuar accediendo y mejorando la información pertinente, en lo que respecta a la variable de actividad. También se considera el llevar a cabo una revisión bibliográfica en busca de factores de emisión más precisos que permitan una mejor estimación de las emisiones generadas por esta actividad.

10.4.2.- Información suplementaria para el Protocolo de Kioto

La información suplementaria para el Protocolo de Kioto en lo referente a nuevos cálculos y mejoras previstas, se deriva de la información homóloga ya presentada para la Convención, con la salvedad de que, en este caso, para el Protocolo de Kioto, se aplican las reglas de contabilización del mismo, en las que pueden prevalecer determinados umbrales sobre los flujos no restringidos de absorciones y sumideros de GEI que se reportan para el

Protocolo, así como en cuanto a la limitación de actividades consideradas y años de referencia (en este caso, 1990, 2010 y 2011)

En la generación de información suplementaria para el Protocolo de Kioto, se ha aplicado el principio de mayor coherencia en la obtención de información de base y en la estimación de flujos GEI de los que se informa a la Convención. Es por ello que, además de la referencia específica al capítulo 11 “LULUCF-KP” se remite de forma general a los epígrafes 7.X.7 (nuevos cálculos) y 7.X.8 (mejoras planeadas) del capítulo 7 “LULUCF-Convención” (donde la X varía de 2 a 7 para cubrir sucesivamente las categorías de, bosque, tierras agrícolas, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras).

Apéndice 10.1.- Documentación sobre los principales cambios metodológicos con relación a la edición anterior del inventario

En la tabla siguiente, se presenta la relación de los principales cambios metodológicos introducidos en la presente edición del inventario, y las implicaciones que han tenido en los nuevos cálculos realizados. En la columna de referencia, se describe de forma resumida el tipo de cambio introducido, la categoría CRF y gases afectados, y la referencia al capítulo y secciones del NIR en que se presenta de forma detallada la descripción del cambio metodológico.

Tabla A.10.1.- Documentación los principales cambios metodológicos con relación a la edición anterior del inventario

GASES EFECTO INVERNADERO CATEGORÍAS (FUENTES Y SUMIDEROS)	DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS	RECÁLCULOS	REFERENCIAS
	Categorías con importantes cambios metodológicos en la última edición del inventario	Categorías en que los cambios metodológicos han implicado recálculos	Referencia a la naturaleza del cambio y al texto del NIR en que se documenta
Total (Emisión Bruta)			
1. Procesado de la energía			
A. Actividades de combustión			
1. Industrias del sector energético			
2. Industrias manufactureras y de la construcción			
3. Transporte	√	√	Introducción de las emisiones de CO ₂ debidas al uso de lubricantes en el transporte por carretera. Categoría 1A3b. NIR Capítulo 3, Sección 3.7.
4. Otros sectores			
5. Otros			
B. Emisiones fugitivas de los combustibles			
1. Combustibles sólidos			
2. Petróleo y gas natural			
2. Procesos Industriales			
A. Productos minerales			
B. Industria química			
C. Producción metalúrgica		√	Revisión de las emisiones de CO ₂ en las categorías 2C2 (Ferroaleaciones) y 2C5 (Silicio metal), pasando a utilizar balances de masa de carbono entre las entradas y salidas a cada uno de los procesos realizados en estas actividades, con información obtenida vía cuestionario individualizado a cada una de las plantas de estas dos categorías. NIR Capítulo 4, Sección 4.6.

Tabla A.10.1.- Documentación los principales cambios metodológicos con relación a la edición anterior del inventario

GASES EFECTO INVERNADERO CATEGORÍAS (FUENTES Y SUMIDEROS)	DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS	RECÁLCULOS	REFERENCIAS
	Categorías con importantes cambios metodológicos en la última edición del inventario	Categorías en que los cambios metodológicos han implicado recálculos	Referencia a la naturaleza del cambio y al texto del NIR en que se documenta
D. Otras industrias			
E. Producción de halocarburos y SF ₆			
F. Consumo de halocarburos y SF ₆			
G. Otros			
3. Uso de disolventes y de otros productos		√	Revisión de los factores de emisión deCOVNM (que finalmente desembocan tras su oxidación en emisiones de CO ₂) de las actividades de aplicación de pintura: madera, otras aplicaciones de pintura en la industria y otras aplicaciones no industriales de pintura, a partir de información sobre cuestionarios a plantas de fabricación de pintura que permiten caracterizar los contenidos de disolventes de las pinturas utilizadas en esas actividades. Categoría 3A. NIR Capítulo 5, Sección 5.2.
4. Agricultura			
A. Fermentación entérica	√	√	Implementación de la nueva metodología nacional de nivel Tier 2 para el bovino.
B. Gestión del estiércol	√	√	Implementación de la nueva metodología nacional de nivel Tier 2 para el bovino.
C. Cultivo de arroz			
D. Suelos agrícolas	√	√	Implementación de la nueva metodología nacional de nivel Tier 2 para el bovino que afectan al N excretado y, por tanto, a la fertilización orgánica y a las emisiones indirectas. Asimismo, se ha modificado la metodología de estimación del amoníaco para los fertilizantes sintéticos, que afecta al N disponible para su volatilización como N ₂ O.
E. Quemadas planificadas de sabanas			
F. Quema en campo de residuos agrícolas			
G. Otros			
5. Usos del suelo, cambios de usos del suelo y silvicultura			
A. Bosques			
B. Tierras agrícolas			

Tabla A.10.1.- Documentación los principales cambios metodológicos con relación a la edición anterior del inventario (Continuación)

GASES EFECTO INVERNADERO CATEGORÍAS (FUENTES Y SUMIDEROS)	DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS	RECÁLCULOS	REFERENCIAS
	Categorías con importantes cambios metodológicos en la última edición del inventario	Categorías en que los cambios metodológicos han implicado recálculos	Referencia a la naturaleza del cambio y al texto del NIR en que se documenta
6. Tratamiento y eliminación de residuos			
A. Depósito en vertederos			
B. Tratamiento de aguas residuales			
C. Incineración de residuos			
D. Otros			
7. Otros			
Ítems pro-memoria:			
Bunkers internacionales			
Transporte aéreo			
Transporte marítimo			
Operaciones multilaterales			
CO2 procedente de la combustión de biomasa			

11.- INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA SOBRE ACTIVIDADES DE LULUCF REQUERIDA POR EL PROTOCOLO DE KIOTO (KP-LULUCF)

11.1.- Información general

11.1.1.- Definición de bosque y otros criterios

La definición de bosque adoptada por España, a efectos de informar tanto a la Convención como al Protocolo de Kioto, comprende las tierras pobladas con especies forestales arbóreas como manifestación vegetal dominante y que se ajusten a los siguientes parámetros:

- 1) Fracción de cabida cubierta (FCC) $\geq 20\%$.
- 2) Superficie mínima 1 hectárea.
- 3) Altura mínima de los árboles maduros 3 metros,

También deben ser considerados bosques, los sistemas de vegetación actualmente inferiores a dichos umbrales pero que se espera que lo rebasen.

Adicionalmente se ha considerado para el cómputo de las superficies de bosque un umbral de anchura mínima de 25 metros para los elementos lineales¹.

La elección del umbral del 20% es coherente con la definición de bosque como monte arbolado que utiliza el Inventario Forestal Nacional. En concreto, el Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3), elaborado entre los años 1997-2007, define “monte arbolado” de la siguiente manera:

“Terreno poblado por especies forestales arbóreas como manifestación vegetal dominante y con una fracción de cabida cubierta por ella igual o superior al 20%; el concepto incluye las dehesas² de base cultivo o pastizal con labores, siempre que la fracción de cabida cubierta sea igual o superior al 20%. También comprende los terrenos

¹ Esta restricción del umbral de anchura mínima no se aplica en el Inventario Forestal Español a las riberas arboladas con especies autóctonas o asilvestradas de estructura irregular, origen natural y gran biodiversidad, dado su gran valor ecológico.

² Dehesa: Una dehesa es, en general, un sistema forestal antropizado constituido fundamentalmente por un estrato de arbolado claro, con presencia o no de matorral y, generalmente, un estrato herbáceo, acompañado o no de cultivos agrícolas, en el que se lleva a cabo un aprovechamiento agrosilvopastoril extensivo, gracias al cual, se mantiene su estructura en el tiempo.

con plantaciones monoespecíficas o poco diversificadas de especies forestales arbóreas, sean autóctonas o alóctonas, siempre que la intervención humana sea débil y discontinua, pero excluye las tratadas como cultivos, o sea, con una fuerte y continua intervención humana, para la obtención de frutos, elementos decorativos, hojas, compuestos químicos, flores, plantas de jardinería, varas, biomasa, etc., más próximas a los ecosistemas agrícolas que a los forestales, así como los parques urbanos aunque estén arbolados, los árboles sueltos, los bosquetes de cabida menor de 0,25 ha., las alineaciones de pies de anchura menor de 25 metros”.

Consideraciones adicionales sobre inclusiones/exclusiones de algunas tierras en la definición de bosque:

- Inclusiones:
 - Dehesas. Se incluyen en el caso de presentar una FCC igual o superior al 20%, y su tipo estructural en el MFE es 3 (bosque adehesado).
- Exclusiones:
 - Las barreras de protección (shelter belts), ya que se trata de formaciones arbustivas o árboles fuera de monte.
 - Los cultivos leñosos (tree orchards), que son aquellos que, aunque estén poblados por árboles y con una FCC que puede superar el 20%, están sometidos a un aprovechamiento esencialmente agrícola y no forestal.
 - Dehesas, que se excluyen si presentan una FCC inferior al 20%. Se considera que en estas superficies el uso predominante es el pastizal, por lo que se asignan mayoritariamente a GL (Grassland), y, complementariamente, pero a escala mucho menor, pueden asignarse a CL (Cropland) cuando se utilicen para cultivo o a OL (Other land) cuando no se usen como pastizal ni como tierra de cultivo.

11.1.2.- Actividades elegidas en virtud del artículo 3, párrafo 4, del Protocolo de Kioto

Las actividades elegidas por España para informar al Protocolo de Kioto en virtud del artículo 3, párrafo 4, fueron:

- la gestión forestal
- la gestión de tierras agrícolas

La gestión forestal se refiere a la utilización de prácticas para la administración y uso de tierras forestales con objeto de permitir que el bosque cumpla sus funciones ecológicas (incluida la diversidad biológica), económicas y sociales de manera sostenible. Toda la superficie forestal de España, según la definición de bosque dada en el epígrafe 11.1.1, se encuentra bajo gestión forestal, entendido este término en el *sentido amplio* (en

contraposición a la de *sentido estricto*³) según las definiciones expuestas en el epígrafe 4.2.7.1 de la GPG-LULUCF 2003 de IPCC (véase más adelante la argumentación detallada sobre este aspecto en el epígrafe 11.5.3.2.- La gestión forestal como sistema de prácticas para la custodia y buen uso del bosque con el fin de cumplir de forma sostenible en sus funciones, medioambiental, económico y social).

Por su parte, la gestión de tierras agrícolas consiste en la aplicación de prácticas específicas en tierras dedicadas a cultivos agrícolas y en tierras mantenidas en reserva o no utilizadas temporalmente para la producción agrícola. En esta categoría se incluyen todas aquellas tierras objeto de cultivo temporal (anuales) o permanente (perennes), así como todas las tierras en barbecho dejadas en reserva durante uno o varios años antes de volver a ser cultivadas. Así, toda la superficie de tierras agrícolas de España se considera gestionada, si bien la mayor parte de esta gestión resulta en un balance neutro de carbono, y es por ello que, a efectos del cómputo de los flujos de carbono, sólo se van a considerar las prácticas especiales de gestión de tierras agrícolas. Estas prácticas específicas, como se comenta más adelante, se estructuran en dos categorías: i) transiciones entre cultivos que incluyen al menos un cultivo leñoso⁴, y ii) prácticas de gestión del suelo en cultivos leñosos.

Toda la superficie agrícola nacional se encuentra, como se ha indicado anteriormente, gestionada de una forma u otra, siendo, para el periodo 1990-2011, el principal elemento de gestión la Política Agrícola Común. La Política Agrícola Común ha supuesto, de hecho, para dicho periodo de tiempo, un incremento de las actividades ligadas al seguimiento y control tanto de la superficie destinada a cultivo como de las prácticas de gestión y de cultivo asociadas, incrementándose en muchos casos la información disponible y permitiendo un mejor seguimiento de la evolución de las superficies a lo largo del tiempo.

³ Aplicando la definición estricta, un país consideraría todas las actividades realizadas a nivel de población (stand-level) y a nivel de paisaje (landscape-level), incluyendo localización geográfica de las mismas y verificando que han sido realizadas desde 1990. Estas actividades incluirían: i) las realizadas a nivel de población, como plantaciones, clareos, explotación y preparación del terreno, etc.; ii) las realizadas a nivel de paisaje, como la lucha contra incendios, protección contra plagas y enfermedades, etc.

⁴ Las transiciones consideradas son las transiciones entre cultivos herbáceos (incluido el barbecho) y cultivos leñosos, en ambos sentidos, y las transiciones entre cultivos leñosos.

11.1.3.- Descripción de cómo las definiciones de las actividades consideradas en virtud de los artículos 3.3 y 3.4 han sido implantadas y aplicadas de forma coherente a lo largo del tiempo

Implementación temporal homogénea de las actividades informadas en virtud del artículo 3.3

Información sobre superficies

La información sobre las actividades de forestación y reforestación se ha obtenido de dos fuentes temporalmente homogéneas. Por un lado, las estadísticas de forestación de tierras agrícolas con subvenciones de la Política Agraria Común (PAC) que realizan las comunidades autónomas y que la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal proporciona al inventario. Por otro lado, la base de datos de repoblaciones que se realizan en tierras de cultivo (sin subvenciones de la PAC), en pastizales y en otras tierras, y que la misma Dirección General pone a disposición del inventario.

Por su parte, la información sobre deforestación procede de las explotaciones cartográficas de CORINE-LAND COVER (1990 y 2006) corregido parcialmente por el Mapa Forestal de España, y se considera temporalmente homogénea. La superficie deforestada tiene como destino final, a lo largo de toda la serie, la generación de nuevas superficies de asentamientos.

Información sobre métodos y factores de emisión

La metodología y factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones en forestación/reforestación y deforestación se han presentado en el capítulo 7 anterior, epígrafes 7.2.4.2 (forestación/reforestación) y 7.6.4.2 (deforestación), y se han aplicado de forma homogénea a lo largo del tiempo.

Implementación temporal homogénea de las actividades informadas en virtud del artículo 3.4

Gestión forestal

La información sobre superficie mantenida cada año bajo gestión forestal se deriva de las explotaciones cartográficas de CORINE-LAND COVER corregido parcialmente por el Mapa Forestal de España, teniendo en cuenta las salidas que de la misma se producen a lo largo del tiempo por el proceso de deforestación anteriormente indicado (véase también Sistema de Ecuaciones 7.1.1 del capítulo 7 de este informe).

La metodología y factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones en bosque que permanece como bosque se han presentado en el capítulo 7 anterior, epígrafe 7.2.4.1, y se han aplicado de forma homogénea a lo largo del tiempo.

Gestión de tierras agrícolas

La principal fuente de información para determinar las superficies sometidas a las distintas prácticas de gestión de tierras agrícolas con generación de flujos netos de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero ha sido la Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España (ESYRCE). También se ha utilizado información proveniente de la Subdirección General de Estadísticas del MAGRAMA y del Anuario de Estadística del MAGRAMA para las transiciones entre cultivos leñosos.

Los datos de ESYRCE utilizados en la estimación de emisiones y absorciones en las prácticas de conservación de los suelos de tierras agrícolas se remontan hasta el año 2006. A lo largo del tiempo, ESYRCE ha mantenido constante las definiciones empleadas, si bien ha ido incorporando otras actividades o categorías no consideradas en el año de inicio. En cualquier caso, las definiciones y categorías no han experimentado cambios significativos a lo largo de la serie temporal, por lo que la evolución temporal de los datos de superficies de ESYRCE se considera coherente. Para determinar la situación de prácticas de gestión del suelo en el año 1990, la información principal ha procedido de la Asociación Española de Agricultura de Conservación - Suelos Vivos.

En el caso de las transiciones entre cultivos leñosos, la información se remonta al año 1950. Para el periodo 1950-2003, los datos provienen de las superficies de cultivos permanentes que aporta el Anuario de Estadística del MAGRAMA. Para el periodo 2004-2011, se dispone de información detallada de las transiciones entre cultivos permanentes proveniente de la citada Subdirección General de Estadísticas del MAGRAMA.

La metodología y factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones en tierras agrícolas que permanecen como tales se han presentado en el capítulo 7 anterior, epígrafe 7.3.4.1, y se considera que se han aplicado de forma homogénea a lo largo del tiempo.

11.1.4.- Descripción de la jerarquía establecida entre las actividades del artículo 3.4, y de cómo se ha aplicado de forma coherente para determinar la clasificación del suelo

Se establece la siguiente jerarquía, en el caso de confluencia de actividades, entre las actividades elegidas dentro del artículo 3.4:

- Primero: "Gestión forestal".
- Segundo: "Gestión de tierras agrícolas".

La jerarquía establecida entre la gestión forestal y la gestión de tierras agrícolas se ha mantenido de forma coherente a lo largo del tiempo. La superficie de gestión forestal se ha obtenido sobre la base del bosque que se mantiene como bosque hasta el año 2010 con relación al año anterior a partir de las explotaciones cartográficas de CORINE-LAND COVER corregido parcialmente por el Mapa Forestal de España. En cuanto a las superficies de tierras agrícolas que han intervenido en el cómputo de flujos de gases de efecto invernadero generados en las prácticas de gestión de tierras agrícolas, la superficie considerada (fuente ESYRCE y Anuarios de Estadística del MAGRAMA) constituye un

subconjunto del total de la superficie agrícola que resulta de las explotaciones cartográficas de CORINE-LAND COVER corregido parcialmente por el Mapa Forestal de España. Se considera que el resto de la superficie agrícola, al no estar sometida a variaciones en las prácticas de gestión, se mantiene en balance neutro de carbono.

11.2.- Información relacionada con el suelo

11.2.1.- Unidad de evaluación espacial utilizada para determinar el área de las unidades del suelo en virtud del artículo 3.3

A) Actividades de forestación/reforestación

Para las actividades de forestación/reforestación la determinación del área de las unidades de tierra sujetas a estas actividades se ha realizado sobre la base de los dos registros siguientes:

- 1) Registro de forestación de tierras agrícolas con subvención de la PAC.

La información de esta fuente ha sido facilitada al inventario por la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal del MAGRAMA, la cual, a su vez, la ha recabado de las distintas comunidades autónomas.

Las comunidades autónomas realizan este registro con formularios propios y en ellos se recoge el detalle de la ubicación de las parcelas reforestadas con datos de superficie por municipios afectados, y por agregación se obtienen los resultados a nivel de comunidad autónoma. La comunidad autónoma constituye para este registro el territorio georreferenciado que contiene las unidades de tierra sometidas a actividades de forestación. Para ilustrar el contenido del registro de esta información se muestran en el cuadro 11.2.1 los formularios para dos comunidades representativas por la superficie de tierra agrícola forestada.

- 2) Registro de forestación de tierras agrícolas (sin subvención de la PAC) y de tierras de pastizales y otras tierras.

La información de esta fuente ha sido facilitada para el inventario por la Dirección General Desarrollo Rural y Política Forestal del MAGRAMA, la cual, a su vez, la ha recabado de las distintas comunidades autónomas.

Las comunidades autónomas disponen de un registro que recoge el detalle de la ubicación de las parcelas forestadas con datos de superficie por municipios afectados. En el cuadro 11.2.2 se ilustra el contenido del registro tipo con el cual se recopila información de las conversiones a bosque realizadas en CCAA, información que procesa la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal. Con este formulario se recogió información de las CCAA hasta 2006. Desde 2007 las CCAA deben incluir información sobre conversión de superficies a bosque en la información que deben remitir al Sistema de Estadísticas Forestales (SEF).

Cuadro 11.2.1.- Fichas de parcelas de forestación para el registro de forestación/reforestación de tierras agrícolas con subvención de la PAC

Junta de Castilla y León

Anexo VII: Relación de parcelas afectadas por la solicitud

Beneficiario: _____

Expediente nº: _____

Descripción SIGPAC o, en su defecto, catastral							Superficie (Ha)		Aprov. actual (1)	Zona Cuaderno	Estac.	Red.
Titular	CIF/NIF	Cód. Municipio/ /Agregado	Zona SIGPAC	Polígono	Parcela	Recinto o Subparcela	SIGPAC o Catastral	Afectada				

(1): Base séptima de la orden de convocatoria: "asociación frutal-viñedo" (VF), "cítricos" (CI), "frutal" (FY), "huerta" (TH), "pastizal" (PS), "pasto arbustivo" (PR), "pasto con arbolado" (PA), "tierra arable" (TA), "viñedo" (VI) o, en su caso, "zona concentrada no reflejada en la ortofoto" (ZC).

Cuadro 11.2.1.- Fichas parcelas forestación para el registro de forestación/reforestación de tierras agrícolas con subvención de la PAC (Continuación)

Junta de Andalucía

Solicitud de Ayudas para el fomento de la forestación de tierras agrícolas

**Campaña 2005
PARCELAS FORESTACIÓN**

Nº EXPEDIENTE FORESTACIÓN: _____

REFERENCIAS IDENTIFICATIVAS DEL RECINTO SIGPAC QUE COMPONEN LA FORESTACIÓN

Número Priorización Forestación	REFERENCIA IDENTIFICATIVA DEL RECINTO SIGPAC									TIPO DE FORESTACIÓN				ESPECIE			
	Provincia		Municipio		Polígono	Parcela	Recinto	Has.	Alegación SIGPAC (S/N) (*)	(F),(R),(FF) (RR),(RF) (AE) (*1)	Pies/Ha	Superficie a forestar	Espacio natural protegido	Especie		Participación (%)	Siembra (S) / /Plantación (P)
	Cód.		Cód.											Cód.			

(*): Alegaciones SIGPAC: Deberá indicarse mediante (S/N) si ha presentado alegaciones al SIGPAC para cada uno de los recintos incluidos en su solicitud.

(*1): (F), Frondosa Pura; (R), Resinosa Pura; (FF), Mezcla de Frondosas; (RR), Mezcla de Resinosas; (RF), Resinosas y Frondosas; (AE), Arbóreas Especial Interés.

(*2): Deberá indicar la Superficie a Forestal para el Recinto SIGPAC y Tipo de Forestación consignados en la fila.

Cuadro 11.2.2.- Fichas parcelas forestación para el registro de forestación/reforestación de tierras agrícolas SIN subvención de la PAC, y de tierras de pastizales y otras tierras

ESTADILLO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS DE INFORMACIÓN DE CAMBIOS DE USO DE SUELO RELATIVOS A BOSQUES					
REFERENCIA REPOBLACIÓN (Exp/proyecto):			AÑO:		
PROVINCIA:		MUNICIPIO:		Constancia ejecución (S/N):	
MUN PRINCIPAL(S/N):		BBDD IDENTIFICACIÓN MUNICIPIO:		Tipo documento constancia:	
MONTE:					
USO AÑO ANTERIOR:			FUENTE USO:		USO 31/12/1989 y Fuente:
SITUACIÓN ANUALIDAD ANTERIOR(1):					
SUPERFICIE TOTAL REPOBLADA EN EL MUNICIPIO (Has):			SUP. TOTAL REPOBLADA EN EL EXP. (Has):		
ACTUACIÓN: <input type="checkbox"/> FORESTACIÓN <input type="checkbox"/> REFORESTACIÓN <input type="checkbox"/> DEFORESTACIÓN FINANCIACIÓN REPOBLACIÓN: <input type="checkbox"/> PAC <input type="checkbox"/> OTROS MEDIOS					
PROPIEDAD <input type="checkbox"/> PÚBLICA <input type="checkbox"/> PRIVADA <input type="checkbox"/> MONTES VECINALES EN MANO COMÚN PLANTACIÓN DESPUÉS DE CORTA (S/N):					
Nº PIES TOTALES/HECTAREA:		MARCO DE PLANTACIÓN (metros*metros)		<input type="checkbox"/> EXP. REPOSICIÓN MARRAS	
ESPECIE	Nº PIES ESPECIE/Ha	% PARTICIPACIÓN EN LA MEZCLA	SEMILLA/ PLANTACIÓN (S/P)	MARCO	SUPERFICIE
TOTAL DE SUPERFICIE REPOBLADA CON LOS PARAMETROS DE LA CABECERA					
EXISTE TRATAMIENTO DE LA VEGETACIÓN SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> TRATAMIENTO DEL SUELO (Subsolado lineal, subsolado cruzado, banquetas, ahoyado, acaballonado, aterrazado): SE HACE REFERENCIA A UN PLAN DE ORDENACIÓN O PLAN TÉCNICO DE GESTIÓN (S/N):					
En caso de deforestación EDAD DEL BOSQUE DESAPARECIDO:					
OBSERVACIONES					

B) Actividades de deforestación

La información sobre las áreas de tierra deforestada se ha obtenido de las explotaciones cartográficas de CORINE-LAND COVER de 1990 y 2006 corregido parcialmente por el Mapa Forestal de España. Toda la superficie deforestada ha cambiado a la clase de uso de “asentamientos”. La información de estas áreas se agrega estadísticamente a nivel provincia (NUTS 3) y, posteriormente, a nivel nacional (NUTS 0), que es el territorio georreferenciado que contiene las unidades de tierra de deforestación.

11.2.2.- Metodología utilizada para desarrollar la matriz de cambios de uso del suelo

La metodología utilizada para elaborar la matriz de cambios de uso del suelo ha sido presentada en la sección 7.1 del capítulo 7 de este informe. Fundamentalmente, el proceso de elaboración de la matriz de uso del suelo ha integrado dos componentes esenciales: i) explotaciones cartográficas de CORINE-LAND COVER corregido parcialmente por el Mapa Forestal de España y ii) estadísticas de forestación de tierras agrícolas, pastizales y otras tierras.

La información de las explotaciones cartográficas se ha mantenido para los siguientes cambios de uso:

- Conversión de tierras agrícolas a pastizales.
- Conversión de tierras agrícolas y de pastizales a otras tierras.
- Conversión de bosque, de tierras agrícolas, de pastizales y de otras tierras a asentamientos.

La información estadística de forestaciones se ha utilizado con preferencia a la cartográfica para los siguientes cambios de uso:

- Forestaciones de tierras agrícolas (con subvención de la PAC y sin subvención), de pastizales y de otras tierras que pasan a integrar el bosque en transición.

La información sobre las superficies que permanecen en cada uso UNFCCC con relación al año anterior se ha derivado de la siguiente manera:

- Teniendo en cuenta los cambios anteriores de la cartografía y las estadísticas.
- Computando el balance de tierras que permanecen en su uso, utilizando el sistema de ecuaciones 7.1.1 que se presenta en el epígrafe 7.1 del capítulo 7 de este informe.

11.2.3.- Mapas, bases de datos y sistema de códigos para identificar las ubicaciones geográficas

Para la información sobre unidades de tierra forestadas, la identificación procede, sucesivamente, de código de parcela, ubicación de parcela en municipio/s afectado/s, municipios en provincia (NUTS 3), y provincias en comunidades autónomas (NUTS 2).

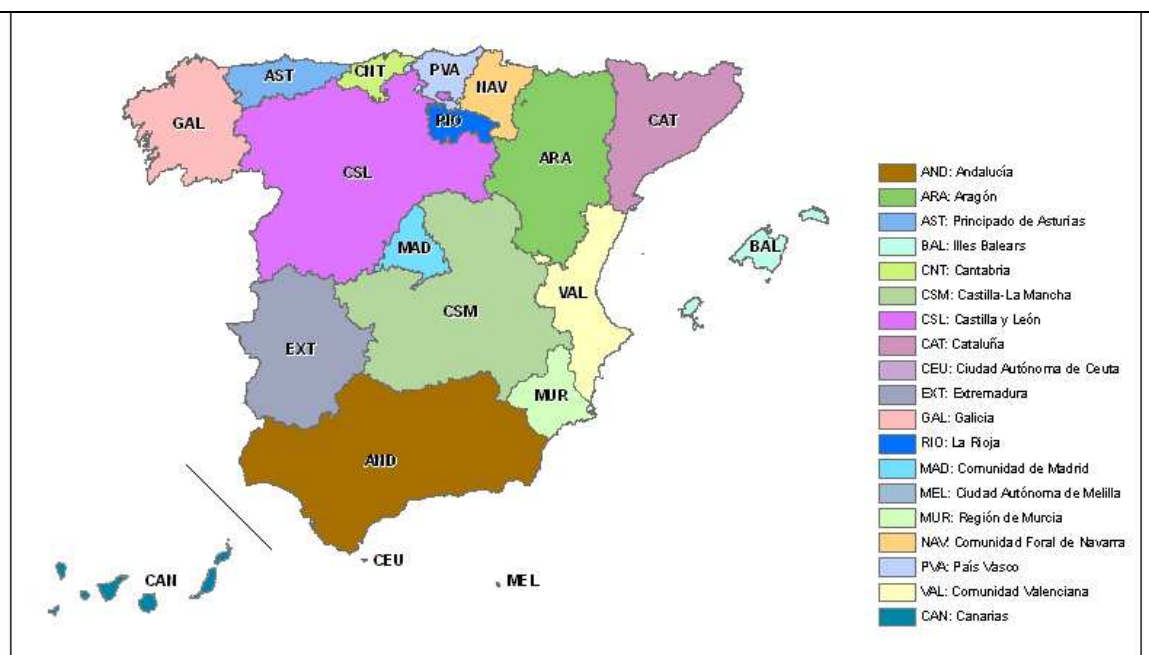
Para las unidades de tierra deforestadas, la identificación procede de explotaciones cartográficas de CORINE-LAND COVER, corregido parcialmente por el Mapa Forestal de España. Estos resultados pueden ser agregados a nivel de municipio/s afectados, que son a su vez agregados a nivel provincial (NUTS 3) y a nivel nacional (NUTS 0).

Para las áreas sometidas a gestión forestal se ha identificado, desde la cartografía, la superficie correspondiente a cada provincia (NUTS 3), y las provincias en comunidades autónomas (NUTS 2).

Para las áreas sometidas a gestión de tierras agrícolas, las superficies se han estimado por muestreo estratificado, considerando las comunidades autónomas (NUTS 2) como la fuente de información para la presentación de resultados estadísticamente significativos.

Así, en todas las categorías de tierras a informar al Protocolo de Kioto, la base común de territorio georreferenciado es la comunidad autónoma (NUTS 2), salvo en el caso de las deforestaciones que sería a nivel nacional. En la figura 11.2.1 se muestra la división del territorio nacional en las áreas georreferenciadas que, para informar al Protocolo de Kioto, son las comunidades autónomas.

Figura 11.2.1.- División administrativa de España en comunidades autónomas



11.3.- Información específica por actividades

En esta sección se presenta información sobre aspectos metodológicos, supuestos utilizados y otra información relevante tenida en cuenta para la estimación de los flujos de GEI de las actividades de LULUCF. Esta información se completa, posteriormente, en las secciones 11.4 y 11.5 con información adicional sobre las actividades encuadradas respectivamente bajo los artículos 3.3 y 3.4.

11.3.1.- Métodos para las estimaciones de los cambios en las existencias de carbono y de las emisiones y absorciones de los GEI

La metodología general para la estimación de los flujos de GEI de las variaciones en los depósitos de carbono y de los flujos de GEI en general en los distintos usos del suelo y cambios de usos del suelo se ha presentado en las secciones 7.1 (aspectos generales), 7.2 a 7.7 (aspectos específicos de cada categoría, 5A a 5F) y en las secciones de 7.8 a 7.13 (flujos no asociados a usos de suelo determinados) del capítulo 7 de este informe.

Las especificidades que se comentan en este epígrafe para las actividades de LULUCF del Protocolo de Kioto se relacionan, principalmente, con los siguientes aspectos:

- 1) La prioridad entre las actividades del artículo 3.3: i) deforestación y ii) forestación/reforestación.
- 2) Las actividades elegidas por España en virtud del artículo 3.4: i) gestión forestal y ii) gestión de tierras agrícolas.
- 3) La no existencia de doble contabilidad, ya que las emisiones/absorciones de cada hectárea se contabilizan sólo en el artículo 3.3. o el artículo 3.4., dependiendo de la actividad, pero nunca se contabilizan dos veces. (artículo 9(c) de la decisión 15/CMP.1).
- 4) El requerimiento de que las actividades recogidas bajo los artículos 3.3 y 3.4 no pueden reducir su superficie a efectos de información a PK.
- 5) El requerimiento de que las actividades reportadas en virtud del artículo 3.4 no pueden perder superficie si ocurren conversiones a usos del suelo relacionados con un tipo de gestión que no haya sido elegido por España en relación al artículo 3.4⁵.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, la matriz de cobertura de la estimación de variaciones en los depósitos de carbono, que para los distintos usos del suelo y cambios de usos del suelo de la Convención se presentó en la tabla 7.1.4 del capítulo 7, queda transformada en la matriz de actividades de LULUCF que se muestra en la tabla 11.3.1

⁵ Este requerimiento implica que la superficie de CL convertida a GL, SL u OL no puede descontarse de la superficie de gestión de tierras agrícolas (CM). Por tanto, la superficie de la que se informa en CM no coincide con la incluida en la actividad 5.B de la CCC.

siguiente. Los cambios más significativos de esta última tabla de actividades de KP-LULUCF con relación a su homóloga de usos en la Convención son los siguientes:

- Las celdas con etiqueta de notación NA-PK representan usos o cambios de uso que no son objeto de información suplementaria en el ámbito del Protocolo de Kioto.
- Las celdas RE-CL hacen referencia a cambios de uso desde la clase tierras agrícolas (CL) a otras clases de uso, como pastizal (GL) y asentamientos (SL), cuyos flujos de emisión de GEI deben ser reportados en la actividad de gestión de tierras agrícolas desde el año de cambio de uso, siempre que este cambio de uso tenga lugar en 2008 o posteriormente.

A través de la coherencia espacial y temporal, se evita la doble contabilidad de emisiones y absorciones para cada hectárea sometida a una actividad, ya que debido al método utilizado para calcular los usos de suelo y cambios de uso del suelo, cada hectárea está contabilizada exclusivamente en una única actividad.

Tabla 11.3.1.- Cobertura de la estimación de variaciones en los depósitos de carbono en la información suplementaria de actividades de LULUCF requerida por el PK: Métodos, Variables de Actividad y Factores de Emisión

		FL			CL			GL			WL			SL			OL		
		ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE
FL	AGB	T2	NS	D, CS	NO			NO		NO		NO	T1, T2	NS	CS	NO			
	BGB	T2	NS	D, CS									T1, T2	NS	CS				
	LT	NE (NF)											T1	NS	CS, D				
	DW	NE (NF)											T1	NS	CS, D				
	SOC	NE (BN)											T1	NS	CS, D				
CL	AGB	T1	NS	D, CS	T2	NS	CS	RE-CL		NO		RE-CL		NE (NF)					
	BGB	T1	NS	D, CS	T2	NS	CS												
	LT	NE (NF)			NE (BN)														
	DW	NE (NF)			NE (BN)														
	SOC	T1	NS	D, CS	T2	NS	D, CS												
GL	AGB	T1	NS	D, CS	NO		NA-PK		NO		NA-PK		NA-PK						
	BGB	T1	NS	D, CS															
	LT	NE (NF)																	
	DW	NE (NF)																	
	SOC	T1	NS	D, CS															
WL	AGB	NO			NO		NO		NO		NO		NO		NO		NO		
	BGB																		
	LT																		
	DW																		
	SOC																		
SL	AGB	NO			NO		NO		NO		NO		NO		NO		NO		
	BGB																		
	LT																		
	DW																		
	SOC																		
OL	AGB	T1	NS	D, CS	NO		NO		NO		NO		NO		NO		NO		
	BGB	T1	NS	D, CS															
	LT	NE (NF)																	
	DW	NE (NF)																	
	SOC	NE (BN)																	

FL: Bosques; CL: Tierras agrícolas; GL: Pastizales; WL: Humedales; SL: Asentamientos; OL: Otras tierras

ME: Métodos; VA: Variables de actividad; FE: Factor de emisión

AGB: Biomasa viva aérea; BGB: Biomasa viva sostenible; LT: Detritus (hojarasca); DW: Madera muerta; SOC: Carbono orgánico suelos

T1: Tier 1; T2: Tier 2; NS: Estadísticas Nacionales; CS: Específico de País; D: Valor por defecto IPCC; NE (NF): Argumentado en NIR como No Fuente; NE (BN): Se asume Balance Neutro; NE (NM): Método no adoptado por UNFCCC.

NA-PK: No es objeto de información a KP-LULUCF; RE-CL: Representan cambios de uso que deben ser informados a KP-LULUCF dentro de la clase gestión de tierras agrícolas (CL).

11.3.1.1.- Descripción de las metodologías y los supuestos utilizados

Forestación/reforestación y deforestación

La forestación/reforestación de tierras provenientes de otras categorías de uso del suelo, no forestales (CL, GL y OL), ha constituido, en el periodo inventariado, una actividad muy relevante en cuanto a la fijación de carbono en la biomasa viva y la variación, en su caso, del COS. La metodología para la estimación del crecimiento de la biomasa viva puede consultarse en el capítulo 7, epígrafe 7.2.4.2.1. En cuanto al COS, para cuya referencia metodológica se remite al capítulo 7, epígrafe 7.2.4.2.3, es importante destacar que, según sea la procedencia de la tierra que se foresta/reforesta (CL vs. GL), el flujo neto de CO₂ puede resultar en emisiones (+) o en absorciones (-). En el caso de las tierras de procedencia OL, no se ha podido estimar en esta edición del inventario la variación de COS en su paso a FL, al estar pendiente, todavía, la caracterización del COS de OL por provincias.

En cuanto a la quema de biomasa se informa de la parte correspondiente a los incendios forestales, estimando para ellos con carácter general las emisiones de CH₄ y N₂O, como gases con efecto directo de calentamiento atmosférico, y de NO_x y CO como gases con efecto indirecto de calentamiento atmosférico. En cuanto al CO₂, se presenta una estimación específica para el caso de los incendios en las superficies forestadas/reforestadas, mientras que, en el caso de las superficies de bosque que se mantiene como bosque, no se presenta una estimación explícita del CO₂ generado en los incendios, como se justifica en el apartado siguiente “Gestión forestal”. En cuanto a las quemas controladas, utilizadas en la gestión forestal, se han ido reduciendo progresivamente ante la intensificación de las prácticas orientadas a la prevención de incendios, pero la ausencia de datos contrastados sobre la extensión de estas quemas ha impedido en esta edición del inventario realizar una estimación de las emisiones asociada a esta práctica.

Para los aspectos relacionados con la fertilización y el drenaje en tierras forestadas/reforestadas se aplican los comentarios que se detallan posteriormente con respecto a las tierras bajo gestión forestal.

En la deforestación, cuyo destino, según se ha comentado anteriormente, es la conversión del uso forestal previo a asentamientos, se han estimado pérdidas de carbono en la biomasa aérea, así como en la madera muerta, los detritus y en el carbono orgánico de los suelos. En el proceso de deforestación no se considera la quema de la biomasa en el uso previo del suelo como práctica para el clareo del terreno que se convierte a asentamientos.

Gestión forestal

En primer lugar, es importante remarcar que se parte del supuesto de que todo el bosque presente en España se considera y mantiene como bosque gestionado en el *sentido amplio*, según las definiciones expuestas en el epígrafe 4.2.7.1 de la GPG-LULUCF 2003 de IPCC (véase la argumentación detallada sobre este aspecto en el epígrafe 11.5.3.2.- La

gestión forestal como sistema de prácticas para la custodia y buen uso del bosque con el fin de cumplir de forma sostenible en sus funciones, medioambiental, económico y social).

Otra consideración relevante por su incidencia en la generación de eventuales emisiones de GEI a la que hay que hacer referencia al tratar de la gestión forestal en España es que, en la práctica, no se realizan actuaciones de fertilización ni drenaje en masas forestales, debido a que su uso no resulta económicamente rentable. La constatación de este hecho implica, lógicamente, que no se consideren flujos de emisión de óxido nitroso (N_2O), habitualmente asociados a estas actividades. Así, al informar en LULUCF, tanto para la Convención como para el Protocolo de Kioto, la etiqueta de notación empleada con relación a las actividades de fertilización y drenaje es NO (No Ocurre).

En cuanto a la quema de biomasa, se hace un tratamiento análogo al explicado en el anterior apartado de forestación/reforestación, con la salvedad de que los flujos de CO_2 asociados a la combustión de la biomasa en los incendios se notifican con la etiqueta IE (incluidos en otra categoría), por estar la disminución del stock de carbono por incendios considerada en el incremento anual de biomasa del bosque que permanece como bosque.

Gestión de tierras agrícolas

Dentro de la gestión de tierras agrícolas se exponen los principales supuestos utilizados en la estimación de los flujos de GEI para: i) las transiciones entre cultivos herbáceos y leñosos, y ii) las prácticas de gestión de suelo de cultivos leñosos⁶.

- Cálculo del balance de emisiones en las transiciones entre cultivos herbáceos (incluido el barbecho) y leñosos.

Para este cálculo se han empleado: i) la serie de superficies de cultivos permanentes, provenientes del Anuario de Estadística Agroalimentaria del antiguo Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), para los años 1950-2003; y ii) la serie disponible desde el año 2004 de matrices de cambio interanuales entre superficies agrícolas destinadas a cultivos herbáceos y cultivos leñosos, incluido el barbecho, por comunidades autónomas. Estas matrices recogen variaciones entre años consecutivos, pero no identifican, para años posteriores, si estas transiciones permanecen en el tiempo.

Dado que se recurre al método GPG-LULUCF 2003 de IPCC, se ha considerado que, en la transición de cultivo leñoso a herbáceo, todo el carbono contenido en la biomasa viva, de la cual se ha descontando la biomasa inicial que procedía del plantón en el momento de la plantación, se pierde en el año de la transición, lo que supone inferir también que todos los cultivos, en el momento de la transición, se encuentran ya en una etapa de madurez.

En el caso de las transiciones de herbáceo a leñoso, es factible considerar que las superficies se mantendrán en el tiempo en ese tipo de cultivo⁷, al menos hasta que el

⁶ Actualmente, no se dispone de información suficiente para estimar las posibles variaciones de los depósitos de los cultivos herbáceos. Como se comenta con más detalle en el apartado 7.3 se está investigando su posible inclusión en futuras ediciones del inventario.

cultivo leñoso alcance la madurez, lo que se produciría al cabo del periodo de transición definido para cada tipo de cultivo. De esta forma, para un año dado, las absorciones de carbono en la biomasa viva se calculan considerando la superficie total que cambió para el año del inventario, más las superficies que cambiaron en todos los años anteriores, siempre y cuando se encuentren dentro del periodo de transición (p.e., 10 años para Otros Cultivos Leñosos).

En relación al carbono orgánico del suelo (COS), cuando el cultivo cambia de leñoso a herbáceo y viceversa, se considera que las prácticas de gestión del suelo no se han modificado, y, del mismo modo, se procede con las transiciones de leñoso a tierras en barbecho. En consecuencia, en este tipo de transiciones se ha considerado que sólo se modifican los flujos de carbono asociados al depósito de biomasa viva. La no consideración de las variaciones de COS, pese a que es probable que se pudieran producir pérdidas o acumulaciones, se debe esencialmente al solapamiento que se produciría con las categorías que analizan las prácticas de gestión del suelo en cultivos leñosos, donde la información disponible cubre toda la superficie nacional.

En cuanto a las transiciones entre distintos tipos de cultivos leñosos, se considera que se pierde toda la biomasa viva presente en el cultivo de origen en el año de la transición, mientras que la ganancia de biomasa hasta alcanzar el estado de madurez del cultivo de destino se produce de forma lineal durante el periodo de maduración del mismo.

- Prácticas de gestión del suelo en cultivos leñosos.

ESYRCE proporciona la superficie total por práctica de gestión del suelo, para los cultivos leñosos, pero no se dispone de información que acredite si estas prácticas se mantendrán o se han mantenido en el tiempo.

El carácter de estas prácticas (excluido el laboreo tradicional), relativamente novedoso, ha sido potenciado en gran medida por la PAC a través de la incorporación de criterios medioambientales en la agricultura. Por lo tanto, se puede afirmar que en el año base 1990 la presencia de estas prácticas sobre el terreno era nula o testimonial (véase apartado 11.5.2 para un desarrollo más detallado de esta explicación).

Dado que no se dispone de información que permita determinar si las superficies mantienen las prácticas analizadas, se ha optado por un criterio conservador. Para cada año y práctica, se consideran exclusivamente las absorciones/emisiones ligadas a la mínima superficie que ha permanecido en la práctica hasta ese momento. Tomando este criterio, en el caso de disminuir las superficies de una práctica con los años, se entenderá que, de toda la superficie que se comenzó a laborear bajo esta práctica, sólo en una parte se ha continuado realizando. Por tanto, sólo esta parte debe ser considerada.

⁷ Este supuesto es coherente si se analizan los datos del Anuario de Estadística del MAGRAMA, donde en general se detecta que, la superficie total nacional dedicada a cultivos leñosos ha permanecido razonablemente estable a lo largo del período inventariado (144.000 ha menos en 2011 que en 1990) en comparación con las de otros cultivos (en el mismo período la superficie agrícola disminuyó 2.950.000 ha).

11.3.1.2. Justificación de la omisión depósitos de carbono o flujos de gases de efecto invernadero con relación a las actividades sujetas al Art. 3 párrafos 3 y 4

Gestión forestal y forestación/reforestación

En la estimación de los flujos de gases de efecto invernadero en la actividad de *gestión forestal* se han tenido en cuenta las variaciones de carbono en los depósitos de biomasa vida (aérea y subterránea), que son los dominantes en la categoría bosque, pero se omiten tales flujos para los depósitos de madera muerta, detritus y carbono orgánico del suelo. En la actividad de *forestación/reforestación* se han estimado las variaciones tanto en la biomasa viva como en el carbono orgánico del suelo, salvo para las repoblaciones realizadas en otras tierras.

En cuanto a la omisión del carbono orgánico del suelo, para los suelos en bosques sometidos a gestión forestal, se asume que están en balance neutro de carbono. No obstante, se argumenta que este depósito no constituye una fuente. En efecto, tomando como base el argumento (véase exposición que sigue más abajo en este apartado) de que en un bosque con biomasa creciente (como es el caso de los bosques incluidos en la gestión forestal, al aumentar los depósitos de detritus y madera muerta, estaría también aumentando el depósito de carbono orgánico de los suelos, ya que se nutre de los aportes adicionales de aquellos depósitos.

En lo que se refiere a los depósitos de madera muerta y detritus forestales del bosque se puede razonar fundadamente, según se hace a continuación, que en España, y al menos en el periodo inventariado (1990-2011), el conjunto de ambos depósitos no ha constituido una fuente, sino más bien un sumidero. No obstante, la cuantificación precisa de la fijación neta de carbono por el conjunto de estos dos depósitos no se presenta en esta edición del inventario, pues el proceso de estimación se encuentra todavía en desarrollo.

Los elementos clave de la argumentación de que el depósito conjunto de madera muerta y detritus no constituye fuente, sino que resulta sumidero, son los siguientes:

- i) El bosque ha experimentado en España, desde los años 70, un crecimiento en superficie y un incremento en la densidad de biomasa arbórea.⁸
- ii) Las cortas de madera en el bosque gestionado se han mantenido prácticamente estables en el periodo inventariado 1990-2011.
- iii) Las prácticas de gestión forestal han cambiado por lo que respecta al tratamiento de los residuos de las cortas de madera, en el sentido de disminuir la quema in-situ y aumentar la trituración de los mismos y su posterior incorporación al suelo.

⁸ Esta tendencia es el resultado de: i) una fuerte explotación de los recursos madereros durante las décadas de 1940 y 1950, que incluía la conversión de bosques a tierras de labor; y ii) una política forestal, durante las décadas de 1960 y 1970, que incluía el abandono de tierras de labor y una importante forestación.

- iv) El aporte anual de madera muerta y detritus, tanto de origen natural como derivado de la gestión forestal, muestra, por la combinación de los elementos i), ii) y iii) anteriores, una pauta temporal creciente a lo largo de los años.
- v) Se asume que el perfil temporal (años i hacia el pasado, $i = 0, 1, 2, \dots$) con relación a cada año t de referencia del inventario ($t = 1990, 1991, \dots, 2011$) de las fracciones de madera muerta y detritus remanentes del pasado i se mantienen estacionarias al variar t .

Con la conjunción de los cinco elementos anteriores el contenido de carbono en el depósito conjunto de madera muerta y detritus resulta necesariamente creciente y excluye, por tanto, que sea fuente emisora de CO₂. De hecho, constituye un sumidero, aunque sus absorciones de carbono quedan pendientes de cuantificar.

Seguidamente se presenta información que soporta los posicionamientos adoptados sobre los elementos i)-v) anteriores.

Apoyatura elemento i)

En España se han finalizado tres rotaciones del Inventario Forestal Nacional. En cada una de estas rotaciones (decenales) se ha analizado todo el territorio nacional. En la tabla siguiente se exponen las fechas de realización de los tres IFN.

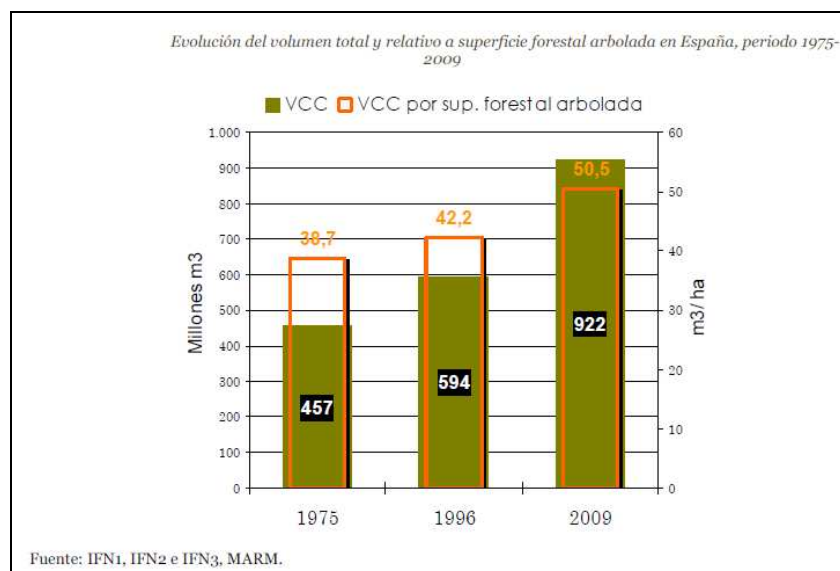
Inventario Forestal Nacional	Periodo de toma de datos	Fecha de referencia para los datos a nivel estatal
IFN1	1966 – 1975	1970
IFN2	1986 – 1996	1990
IFN3	1997 – 2007	2000
IFN4	2008 - (2017)	

Comparando las existencias de los tres Inventarios Forestales Nacionales completos hasta este momento la biomasa acumulada en las superficies forestales arboladas es creciente. Este aumento de biomasa supone también un aumento de la madera muerta y detritus presente en el suelo.

En la tabla siguiente se puede observar el aumento de las existencias obtenido de la comparación de inventarios entre el IFN1, IFN2 e IFN3, procedente del informe presentado por la Sociedad de Ciencias Forestales en el V Congreso Forestal de España (*“Situación de los bosques y del sector forestal en España 2009”*). El primer dato corresponde a los datos del IFN1, el segundo al IFN2 y el tercero al IFN3. Hace referencia al año de finalización de cada uno de los IFN.

Evolución del volumen total y relativo a superficie forestal arbolada en España, periodo 1975-2009		
AÑO	VCC (Miles m3)	VCC por superficie arbolada (m3/ha)
1975	456.721	38,7
1996	594.186	42,2
2009	921.913	50,5
Ratio variación 1975-2009	101,9%	30,3%
Fuente: IFN3, MARM.		

En el siguiente gráfico, obtenido del mismo estudio, se presenta la evolución del volumen total y relativo a la superficie forestal arbolada, y se observa que es creciente entre cada uno de los IFN.

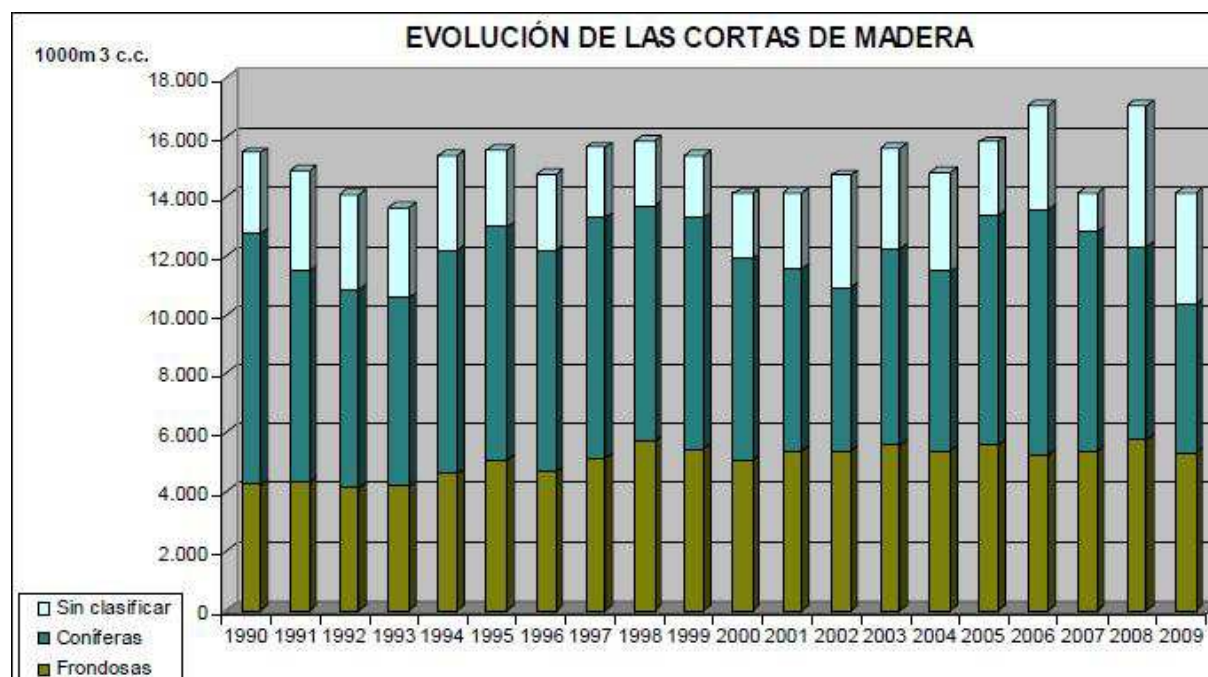


Apoyatura elemento ii)

Según los datos publicados en el Anuario de Estadísticas Forestales del año 2009, las cortas presentan variaciones anuales, aunque no son muy elevadas y las cifras de cortas se encuentran, en todo caso, por debajo del crecimiento de las masas.

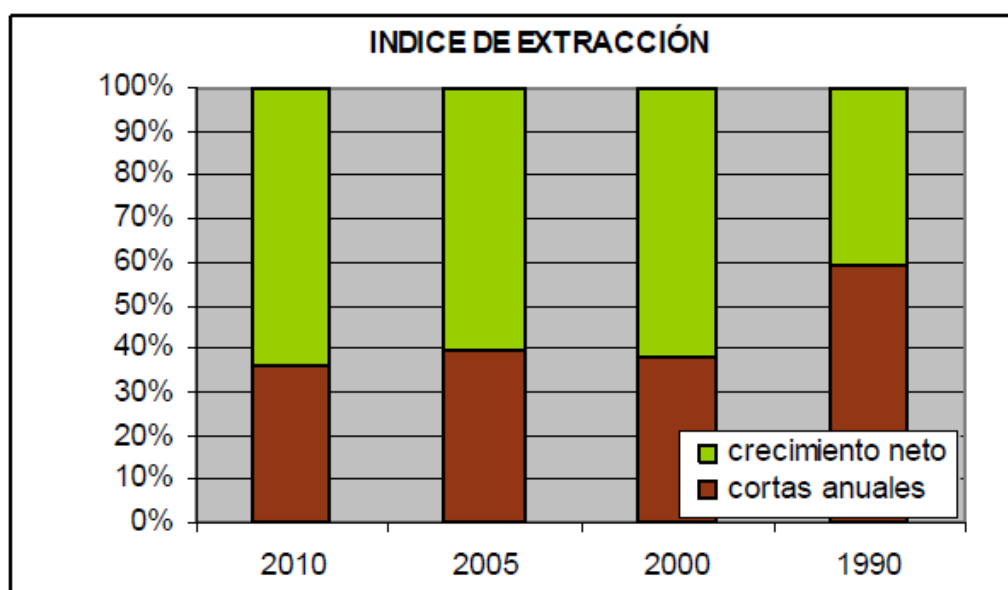
En la tabla y gráfico siguientes se presenta la serie histórica de cortas desde el año 1990 a 2009.

CORTAS DE MADERA				
AÑO	Coníferas (miles de m3 con corteza)	Frondosas (miles de m3 con corteza)	Sin clasificar (miles de m3 con corteza)	TOTAL (miles de m3 con corteza)
1990	8.517	4.229	2.714	15.460
1991	7.200	4.301	3.347	14.848
1992	6.711	4.142	3.221	14.074
1993	6.372	4.197	3.027	13.596
1994	7.549	4.601	3.244	15.394
1995	7.882	5.068	2.623	15.573
1996	7.507	4.662	2.571	14.739
1997	8.160	5.116	2.378	15.654
1998	7.981	5.710	2.183	15.874
1999	7.816	5.447	2.099	15.362
2000	6.838	5.058	2.193	14.090
2001	6.148	5.407	2.546	14.101
2002	5.525	5.382	3.806	14.713
2003	6.631	5.582	3.396	15.609
2004	6.037	5.409	3.353	14.799
2005	7.804	5.578	2.466	15.848
2006	8.270	5.260	3.523	17.053
2007	7.406	5.408	1.281	14.095
2008	6.501	5.788	4.761	17.050
2009	5.318	5.038	3.754	14.110



Teniendo en cuenta que las cortas prácticamente se mantienen constantes desde 1970 y se ha aumentado considerablemente tanto la superficie arbolada como las existencias en el bosque que se mantiene como bosque, se puede concluir que se aumenta la biomasa en los bosques españoles.

En el gráfico siguiente, publicado en el documento “Criterios e indicadores de la gestión forestal sostenible” de 2011, se analiza el Índice de Extracción, que representa el porcentaje de crecimiento que se corta cada año. Se analiza para los años 1990, 2000, 2005 y 2010, y, en todos los casos, la madera extraída es sensiblemente inferior al crecimiento anual de las existencias.



Esta (casi) constancia de las cortas con una diferencia cada vez mayor respecto al crecimiento de las masas boscosas, no ha de verse como un “dejar de gestionar”. Al contrario, se debe tener en cuenta que la gestión de los bosques españoles no siempre se basa en la obtención de un aprovechamiento maderero, que solo en casos muy concretos es productivo, sino que se encamina, al menos en la zona de montañas atlánticas y en la mediterránea, a la conservación, apareciendo otros aprovechamientos, como la caza, el corcho, el piñón, etc., los cuales no se reflejan en las cortas de madera aunque sí tienen una gestión específica.

Apoyatura elemento iii)

Tradicionalmente, la eliminación de residuos de cortas y tratamientos silvícolas se realizaba mediante quema. Por ello, apenas se concentraba madera muerta en el suelo y esto producía una emisión inmediata, impidiendo prácticamente la incorporación de materia orgánica al suelo procedente de restos de cortas y tratamientos silvícolas.

Estas quemas de restos se han reducido en España, debido fundamentalmente a prácticas orientadas a la prevención de incendios, y se han sustituido, en muchos casos, por una eliminación de restos por trituración mediante mecanización con una incorporación posterior al suelo. Este tratamiento permite, además de reducir el riesgo de incendio, incorporar materia orgánica al suelo.

Gestión de tierras agrícolas

En relación a los depósitos de madera muerta (en el caso de cultivos leñosos) y detritus, no se dispone actualmente de datos nacionales que permitan la cuantificación de los mismos. Por otro lado, GPG-LULUCF 2003 de IPCC indica igualmente la escasez de estudios e información para estos depósitos, de forma que, en el método por defecto que proporciona para tierras agrícolas, no quedan contemplados.

En el caso del detritus, no debe obviarse que juega un importante papel en las aportaciones de carbono orgánico al suelo, tal y como reconoce GPG-LULUCF 2003 de IPCC en los métodos por defecto. En relación con el año 1990, la presencia de prácticas como la siembra directa, las cubiertas vegetales o el laboreo mínimo permite afirmar que ha aumentado el residuo o detritus que queda sobre la propia superficie de cultivo para que contribuya a la aportación de nutrientes al suelo, de forma que realmente se podría estar tratando de un sumidero que, no obstante, dada la escasez de información, obliga a la adopción de una posición conservadora en cuanto a su tratamiento.

Por otro lado, en las transiciones de un cultivo leñoso a un cultivo herbáceo o entre cultivos leñosos, habitualmente la biomasa radicular se deja en el terreno, lo que llevaría a que esta biomasa pasara al depósito de madera muerta. Si bien se dispone de datos de biomasa radicular, no se dispone ni de tasas que caractericen las emisiones debidas a la descomposición, ni de tasas de transferencia al depósito de carbono orgánico del suelo, por lo que actualmente no se pueden estimar las variaciones en el mismo. En el momento de la transición entre cultivos tampoco toda la biomasa aérea se perdería, sino que una parte (especialmente en el caso de hojas y ramillas) pasaría al depósito de detritus y madera muerta. Nuevamente, si bien sería posible valorar las entradas a estos depósitos no se

dispone de información para valorar las salidas del mismo como emisiones a la atmósfera o como materia orgánica del suelo.

La postura adoptada por el momento es considerar que toda la biomasa viva se pierde como emisión en la transición, lo cual implica, bajo este planteamiento, que no se producen entradas a los depósitos de detritus o madera muerta. Este planteamiento conlleva a estimar más emisiones de las que realmente se producirían si se consideraran los depósitos de detritus o de madera muerta, lo que se considera un criterio adecuado frente a las dudas que plantea la evaluación o métodos para contabilizar estos depósitos.

11.3.1.3.- Información sobre el descuento/no-descuento de los efectos indirectos y naturales en la estimación de las emisiones GEI

En la estimación de las variaciones de los stocks de carbono de las actividades informadas bajo el Art. 3 párrafos 3 y 4, España no ha descontado la contribución que a dichas variaciones pudieran haber tenido los siguientes factores: i) la elevación de los niveles de concentración de CO₂ en la atmósfera con respecto al nivel de la época pre-industrial (año 1750); ii) la fertilización ocasionada por la deposición atmosférica de gases nitrogenados (particularmente NO_x); y iii) los efectos dinámicos de la estructura de edades de los árboles del bosque resultantes de actividades realizadas con anterioridad a 1990.

Para las actividades del Art. 3 párrafo 3, *forestación/reforestación y deforestación*, los efectos dinámicos de la estructura de edades de los árboles del bosque se asume que no son relevantes, considerando que esas actividades han tenido lugar a partir de 1990.

Para las actividades del Art. 3 párrafo 4 elegidas por España este aspecto fue abordado con la fijación de un techo⁹ para la *gestión forestal* y con la introducción del criterio de contabilización neto-neto (flujos año corriente del PK menos flujo año 1990) para la *gestión de tierras agrícolas*. En lo que se refiere al aumento de las concentraciones de CO₂ y a la fertilización debida a la deposición atmosférica de gases nitrogenados, se hace notar que no existe todavía una metodología adoptada por la Convención Marco sobre Cambio Climático para efectuar el descuento de la contribución de dichos factores a los flujos de gases de efecto invernadero de las actividades informadas bajo el Art. 3 párrafos 3 y 4. Esta ausencia de metodología es la que, en esencia, motiva que no se haya realizado el descuento de la contribución de aquellos factores a los flujos de emisión considerados.

⁹ El techo para España es de 0,67 millones de toneladas de carbono por año del periodo de compromiso del Protocolo de Kioto.

11.3.1.4.- Cambios en los datos y los métodos con relación a la edición anterior (recálculos)¹⁰

Los resultados de esta edición del inventario modifican los de la serie 1990-2010, aparecidos en la edición anterior, debido a la nueva información de base disponible, a la revisión metodológica efectuada y a la corrección de errores detectados, aspectos que se comentan más adelante.

Los cambios en el nivel de las actividades del sector LULUCF para informar al Protocolo de Kioto se estiman a partir de la información general obtenida para el sector LULUCF-Convenio, pero sobre dichos cálculos se tienen ahora específicamente en cuenta las siguientes particularidades:

- La información se presenta para los años 1990, 2008, 2009 y 2010, únicos de los que se informaba para KP-LULUCF en la edición anterior del inventario.
- Para informar, con relación al artículo 3.3, son relevantes las actividades de forestación/reforestación y deforestación. La forestación/reforestación, se corresponde con la categoría 5A2 de LULUCF-Convenio, con dos salvedades: i) sobre ella prevalece el umbral superior de la contabilización para el Protocolo; y ii) las superficies tras 20 años en transición dejan la actividad 5A2 de LULUCF-Convenio, mientras que no dejan la actividad de forestación/reforestación. En cuanto a la deforestación, toda la superficie deforestada se corresponde la transición de bosque a asentamientos (es decir, la categoría 5E21)
- Para informar, con relación al artículo 3.4, se consideran únicamente las actividades elegidas por España, que son las de gestión forestal (categoría 5A1) y gestión de tierras agrícolas (categoría 5B1).
- Adicionalmente, a petición del LULUCF-ERT de la Unión Europea (JRC) y para simplificar el envío conjunto de la UE, se han sustituido los datos de 1990 para las actividades no relevantes (todas menos CM¹¹) por la etiqueta "NA".
- Por último, a petición del LULUCF-ERT de la Unión Europea (JRC), las emisiones debidas a la quema de residuos agrícolas bajo la actividad de gestión de tierras agrícolas se informan con la etiqueta "IE". Estas emisiones se encuentran en la actividad 4F de la Convención.

En resumen, los nuevos cálculos realizados en las actividades de KP-LULUCF, se presentan en la tabla 11.3.2 para los años anteriormente citados, 1990, 2008, 2009 y 2010.

¹⁰ Los recálculos de las actividades de KP-LULUCF no se encuentran en las tablas CRF que acompañan a este documento, debido a un requerimiento de la aplicación CRF Reporter. Una explicación detallada de las razones de su no inclusión se encuentra en el Apéndice 11.1 de este capítulo.

¹¹ En el año 1990, sólo son relevantes de cara al Protocolo de Kioto las variaciones de los stocks de CM, debido al balance neto-neto. Para el resto de actividades (artículo 3.3. y FM) la información del año 1990 sólo tiene un carácter informativo.

Para los cuatro años destaca la dominancia de los nuevos cálculos de la actividad Gestión de Tierras Agrícolas (artículo 3.4).

Tabla 11.3.2.- Nuevos cálculos en actividades de KP-LULUCF (diferencias en Gg de CO₂-eq entre la ed. actual y la ed. anterior del inventario)

	1990	2008	2009	2010
A. Actividades del artículo 3.3	NA	0,00	10,53	10,55
A.1. Forestación y reforestación	NA	0,00	10,53	10,55
A.1.1. Unidades de tierras no taladas desde el inicio del periodo de compromiso	NA	0,00	10,53	10,55
A.1.2. Unidades de tierras taladas desde el inicio del periodo de compromiso	NO	NO	NO	NO
A.2. Deforestación	NA	0,00	0,00	0,00
B. Actividades del artículo 3.4	0,00	32,29	36,62	58,12
B.1. Gestión forestal (elegida)	NA	0,00	0,00	0,00
B.2. Gestión de tierras agrícolas (elegida)	0,00	32,29	36,62	58,12
B.3. Gestión de pastizales (no elegida)	NA	NA	NA	NA
B.4. Revegetación (no elegida)	NA	NA	NA	NA

11.3.1.5.- Estimaciones de la incertidumbre

En este epígrafe se presenta la información sobre cuantificación de la incertidumbre sobre el nivel y la tendencia de las emisiones de las actividades para informar a KP-LULUCF.

Conviene reseñar que la cuantificación de la incertidumbre que se presenta corresponde a la estimación de los flujos que resultan teniendo en cuenta la operatividad, en su caso, del techo que establece para la gestión forestal el anexo a la Decisión 16/CMP.1. En este sentido, la cuantificación de esta incertidumbre difiere de la que correspondería a los flujos reportados en la tabla del CRF 5(KP), en la cual no se tiene en cuenta el techo que establece el Anexo a la citada Decisión (0,67 Mt de C para cada uno de los 5 años del periodo PK).

Antes de comenzar con la exposición de la información sobre la cuantificación de la incertidumbre, es necesario comentar que se está en proceso de mejora del actual enfoque de estimación de la incertidumbre (nivel 1) a uno de nivel 2. Esta modificación, aún no implementada, viene motivada por los elevados valores de incertidumbre obtenidos para algunas de las actividades de KP-LULUCF. Estos valores, pese a estar estimados correctamente según el enfoque de nivel 1, resultan muy superiores al 30%. Cuando la desviación es mayor a este 30%, las guías de IPCC¹² recomiendan, aunque no obligan, al uso de un método de estimación avanzado.

Los resultados de la cuantificación de la incertidumbre para las categorías de KP-LULUCF se presentan por años en las siguientes tablas:

- Para el año 1990 en la Tabla 11.3.3, incertidumbre sobre el nivel.

¹² 2000 IPCC GPG, apartado 6.3 pg. 6.12.

- Para el año 2010 en la tabla 11.3.4, incertidumbre sobre el nivel.
- Para el año 2011, en la tabla 11.3.5, incertidumbre sobre el nivel.

Para la descripción de la notación de las columnas de las tablas se remite a la presentación ya realizada en el capítulo 7, epígrafe 7.1.5. En cuanto a filas, las categorías relevantes por su contribución a la incertidumbre son, en su notación CRF para el Protocolo de Kioto, las siguientes: A11 (forestación/reforestación); A2 (deforestación); B1 (gestión forestal), B2 (gestión de tierras agrícolas).

De la observación de los datos de las tablas cabe destacar las siguientes valoraciones de la incertidumbre:

- La incertidumbre combinada calculada según un enfoque de nivel 1 para el año 1990 resulta en un valor muy elevado. Este valor, pese a ser correcto bajo un enfoque de nivel 1 de estimación de la incertidumbre, no sigue las recomendaciones de las guías de IPCC, que sugieren el uso de métodos más avanzados en el caso de que la incertidumbre supere el 30%. Se ha optado, por tanto, por no incluir la valoración de la misma para evitar confusiones.
- La incertidumbre sobre el nivel se sitúa para los años 20010 y 2011 en torno a 120% (118% para 2009 y 120% para 2011).

La tabla 11.3.6 muestra la síntesis de resultados, de la estimación de la incertidumbre sobre el nivel y la tendencia para el año base 1990 y los años 2009 y 2011.

Tabla 11.3.3.- Cuantificación de la incertidumbre para las actividades de KP-LULUCF sobre el nivel – 1990

A		B	D			E	F	G	H*
Categorías claves (Año BASE)		Gas	Emisiones Año BASE	Contribución Nivel BASE	Acumulado Nivel BASE	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada
Código IPCC	Descripción categoría		(Gg CO2-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% Emisiones totales BASE)
B2	Gestión de tierras agrícolas - Sumidero	CO ₂	-2.129	60,0	60,0	5,0	199,9	200,0	NA
B2	Gestión de tierras agrícolas - Fuente	CO ₂	1.417	60,0	60,0	5,0	199,9	17,0	NA
CO2-eq neto			-174						
CO2-eq ajustado			4.084						
Incertidumbre						En las emisiones/captaciones netas:			NA

*: La incertidumbre combinada calculada tiene un valor muy elevado del que no se informa por considerar que llevaría a confusión en la interpretación de la misma.

Tabla 11.3.4.- Cuantificación de la incertidumbre para las actividades de KP-LULUCF sobre el nivel 2010**B) Año 2010**

A		B	C	D			E	F	G	H
Categorías claves		Gas	Emisiones año referencia 90/95	Emisiones año	Contribución Nivel	Acumulado Nivel	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada
Código IPCC	Descripción categoría		(Gg CO2-eq)	(Gg CO2-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)		(% Emisiones totales)
A11	Repoblación y reforestación - Sumidero	CO ₂	0	-6.568	34,6	34,6	5,0	92,9	93,0	50,6
B2	Gestión de tierras agrícolas - Sumidero	CO ₂	-2.129	-6.439	33,9	68,5	5,0	199,9	200,0	106,8
B2	Gestión de tierras agrícolas - Fuente	CO ₂	1.417	3.201	16,9	85,4	5,0	16,2	17,0	4,5
B1	Gestión forestal - Sumidero	CO ₂	0	-2.518	13,3	98,6	0,0	0,0	0,0	0,0
A2	Deforestación - Fuente	CO ₂	0	108	0,6	99,2	10,0	68,3	69,0	0,6
A11	Repoblación y reforestación - Fuente	CO ₂	0	86	0,5	99,6	16,0	60,0	62,1	0,4
B1	Gestión forestal - Fuente	CH ₄ &N ₂ O	0	62	0,3	100,0	16,0	60,0	62,1	0,3
A11	Repoblación y reforestación - Fuente	CH ₄ &N ₂ O	0	5	0,0	100,0	16,0	60,0	62,1	0,0
CO2-eq neto			-712	-12.063						
CO2-eq ajustado			3.546	18.988						
Incertidumbre							En las emisiones/captaciones netas:			118,2

Tabla 11.3.5.- Cuantificación de la incertidumbre para las actividades de KP-LULUCF sobre el nivel - 2011**C) Año 2011**

A		B	C	D			E	F	G	H
Categorías claves		Gas	Emisiones año referencia 90/95	Emisiones año	Contribución Nivel	Acumulado Nivel	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada
Código IPCC	Descripción categoría		(Gg CO ₂ -eq)	(Gg CO ₂ -eq)	(%)	(%)	(%)	(%)		(% Emisiones totales)
B2	Gestión de tierras agrícolas - Sumidero	CO ₂	-2.129	-6.650	34,7	34,7	5,0	199,9	200,0	108,7
A11	Repoblación y reforestación - Sumidero	CO ₂	0	-6.529	34,1	68,8	5,0	92,9	93,0	49,6
B2	Gestión de tierras agrícolas - Fuente	CO ₂	1.417	3.201	16,7	85,5	5,0	16,2	17,0	4,4
B1	Gestión forestal - Sumidero	CO ₂	0	-2.519	13,1	98,6	0,0	0,0	0,0	0,0
A2	Deforestación - Fuente	CO ₂	0	109	0,6	99,2	10,0	68,3	69,0	0,6
A11	Repoblación y reforestación - Fuente	CO ₂	0	83	0,4	99,7	16,0	60,0	62,1	0,4
B1	Gestión forestal - Fuente	CH ₄ &N ₂ O	0	62	0,3	100,0	16,0	60,0	62,1	0,3
A11	Repoblación y reforestación - Fuente	CH ₄ &N ₂ O	0	5	0,0	100,0	16,0	60,0	62,1	0,0
CO₂-eq neto			-712	-12.237						
CO₂-eq ajustado			3.546	19.158						
Incertidumbre							En las emisiones/captaciones netas:			119,6

Tabla 11.3.6.- Síntesis de resultados de la cuantificación de la incertidumbre para las actividades de KP-LULUCF

Año	Valores absolutos (kt CO ₂ -eq)				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%
Año base	-712	NA	NA	NA	NA
2010	-12.063	-26.327	118,2	2.201	-118,2
2011	-12.237	-26.869	119,6	2.395	-119,6

11.3.1.6.- Información sobre otras cuestiones metodológicas

En esta edición, no se reporta aquí información adicional sobre cuestiones metodológicas.

11.3.1.7.- El año del inicio de una actividad, si ha ocurrido después de 2008

No se ha hallado ninguna nueva actividad a informar a KP-LULUCF que se haya iniciado con posterioridad al año 2008.

11.4.- Artículo 3.3

11.4.1.- Acreditación de que las actividades a informar en virtud de este artículo tuvieron lugar entre el 1 de enero de 1990 y el 31 de diciembre de 2012, y que han sido directamente inducidas por el hombre

Forestación/reforestación

Como se ha comentado anteriormente en el epígrafe 11.2.1, la información sobre las tierras forestadas/reforestadas proviene de registros específicos que cubren las forestaciones de tierras agrícolas, con y sin subvención de la PAC, de pastizales y de otras tierras, usos todos ellos convertidos a bosque en transición. La información de todos estos registros que se ha recopilado para la estimación de esta actividad a informar en el ámbito del artículo 3.3 del Protocolo de Kioto corresponde a actuaciones desarrolladas a partir del año 1990 hasta el año 2011, y se evidencia claramente que han sido inducidas por el hombre según se refleja en los formularios de los registros de dichas actuaciones que se han presentado más arriba en los cuadros 11.2.1 y 11.2.2.

Deforestación

La información presentada sobre las tierras deforestadas a lo largo del periodo 1990-2011 procede de las explotaciones cartográficas de CORINE-LAND COVER corregido parcialmente por el Mapa Forestal de España.

Toda la tierra deforestada se ha convertido a la clase de uso de asentamientos y, por tanto, esta transformación se considera totalmente inducida por el hombre.

11.4.2.- Información sobre cómo se distingue de la deforestación el aprovechamiento forestal y otros trastornos en bosques seguidos del restablecimiento de los mismos

De acuerdo con las especificaciones de GPG-LULUCF 2003 de IPCC, cuando en un área de bosque ocurre una pérdida de cubierta forestal pero no se produce un cambio en el uso del suelo, es decir, el área afectada se mantiene en el uso bosque, no se computa tal pérdida como deforestación. Sin embargo, la GPG-LULUCF 2003 de IPCC, en su epígrafe 4.2.6.2.1, establece una serie de procedimientos para determinar eventualmente si tal recuperación de la cubierta forestal tiene lugar en un plazo razonable de tiempo, y qué sistema de seguimiento debe hacerse para decidir, transcurrido un tiempo razonable, si la regeneración ha tenido lugar o si la pérdida de cubierta es permanente y debe considerarse como un fenómeno de deforestación.

Con relación al punto anterior, debe tenerse en cuenta que en España, y con carácter general, no se considera la existencia de deforestación debido a las prácticas de gestión, incluidas las perturbaciones consecuencia de los incendios forestales, pues la pauta general es que el área afectada no cambia de uso y recupera su cubierta forestal, ya sea por actuaciones directas o por un proceso de regeneración natural.

La constatación de este hecho se ha basado en los datos de las parcelas del Inventario Forestal Nacional (IFN) que, como se ha explicado anteriormente, tienen una periodicidad decenal cubriendo todo el territorio boscoso nacional (90.000 parcelas). Los resultados preliminares que se presentan corresponden al análisis de las parcelas revisitadas en zonas en las que ha habido incendios forestales y que conforman las tablas 517 de las publicaciones provinciales del IFN3.

Los datos de las citadas tablas 517 se basan en los estudios de regeneración de las parcelas del IFN3. En el levantamiento de las parcelas se mide, en el radio de 5 metros, toda la regeneración arbórea existente (pies de altura menor de 1,30 m. y 2,5 cm. de diámetro), clasificando los pies medidos, de manera objetiva, según se muestra en la tabla 11.4.1 siguiente.

Tabla 11.4.1.- Clasificación de la abundancia de regeneración en parcelas del IFN

REGENERACIÓN PRESENTE EN LA PARCELA (PIES/PARCELA)	REGENERACIÓN PRESENTE EN LA PARCELA (PIES/HA)
De 1 a 4	De 127 a 637
De 5 a 15	De 637 a 1.910
Más de 15	Más de 1.910

En la tabla 11.4.2 se presentan los resultados para aquellas provincias en las que existe un levantamiento de las parcelas incendiadas. En el resto de provincias, o bien no se han incluido parcelas en la muestra, o la significación de los incendios es mucho menor que en el resto, debido a sus características climáticas, silvícolas, etc.

Tabla 11.4.2.- Porcentajes de regeneración en parcelas incendiadas. Fuente: IFN3

TABLA 517 IFN3				PORCENTAJES DE REGENERACIÓN DE LAS PARCELAS INCENDIADAS				
Código C.A.	Comunidad Autónoma	Código provincia	Provincia	Año del inventario	Sin regeneración natural	De 127 a 637 plantas por hectárea	De 637 a 1910 plantas por hectárea	Más de 1910 plantas por hectárea
11	Galicia	15	A Coruña	1997	18,18	22,73	40,91	18,18
		27	Lugo	1998	25,00	50,00		25,00
		32	Ourense	1998		37,50	25,00	37,50
		36	Pontevedra	1998	14,29	28,57	42,86	14,29
			GALICIA	1998				
12	Principado de Asturias	33	ASTURIAS	1998	22	27,78	33,33	16,67
13	Cantabria	39	CANTABRIA	2000	16	47,37	26,32	10,53
21	País Vasco	1	Arava	2005				
		20	Gipuzcoa	2005-2006				
		48	Bizkaia	2005				
			PAÍS VASCO	2005		0,00	0,00	0,00
22	Comunidad Foral de Navarra	31	NAVARRA	1999	67			33,33
23	La Rioja	26	LA RIOJA	1999				
24	Aragón	22	Huesca	2004				
		44	Teruel	2004-2005				
		50	Zaragoza	2004-2005				100,00
			ARAGÓN	2004-2005		0,00	0,00	
41	Castilla y León	5	Ávila	2002	3	58,62	34,48	3,45
		9	Burgos	2003			71,43	28,57
		24	León	2003	67		33,33	
		34	Palencia	2003				
		37	Salamanca	2002			33,33	66,67
		40	Segovia	2004				
		42	Soria	2004		40,00	60,00	
		47	Valladolid	2002				
		49	Zamora	2002				
			CASTILLA LEÓN	2002-04				
31	Comunidad de Madrid	28	MADRID	2000		25,00	50,00	25,00
42	Castilla La Mancha	2	Albacete	2004		35,29		64,71
		13	Ciudad Real	2004		25,00	75,00	
		16	Cuenca	2003		21,05	42,11	36,84
		19	Guadalajara	2003		50,00	50,00	
		45	Toledo	2004				100,00
			CASTILLA LA MANCHA	2003-04				
TABLA 517 IFN3				PORCENTAJES DE REGENERACIÓN DE LAS PARCELAS INCENDIADAS				
43	Extremadura	6	Badajoz	2001-02			100,00	
		10	Cáceres	2001	9	25,00	45,46	20,45
			EXTREMADURA	2001				

Tabla 11.4.2.- Porcentajes de regeneración en parcelas incendiadas. Fuente: IFN3 (Continuación)

TABLA 517 IFN3				PORCENTAJES DE REGENERACIÓN DE LAS PARCELAS INCENDIADAS				
Código C.A.	Comunidad Autónoma	Código provincia	Provincia	Año del inventario	Sin regeneración natural	De 127 a 637 plantas por hectárea	De 637 a 1910 plantas por hectárea	Más de 1910 plantas por hectárea
51	Cataluña	8	Barcelona	2000-01	3	14,53	41,88	41,03
		17	Girona	2001		50,00		50,00
		25	Lleida	2000-01	13	52,89	20,66	13,22
		43	Tarragona	2000		21,43	41,07	37,50
			CATALUÑA	2000-01				
52	Comunidad Valenciana	3	Alicante	2006		50	50	
		12	Castellón de la Plana	2005				
		46	Valencia	2006				
			COMUNIDAD VALENCIANA	2006				
53	Islas Baleares	7	BALEARES	1999		18,18	36,36	45,46
61	Andalucía	4	Almería	2007		100,00		
		11	Cádiz	2007		50	50	
		14	Córdoba	2006				
		18	Granada	2007		50	40	10
		21	Huelva					
		23	Jaén	2006	20	20	60	
		29	Málaga	2007		100		
		41	Sevilla					
			ANDALUCÍA					
62	Región de Murcia	30	MURCIA	1999	4	14,00	80,00	2,00
70	Canarias	35	Las Palmas	2002				
		38	Sta. Cruz de Tenerife	2002				
			CANARIAS	2002		0,00	0,00	0,00

A la luz de los resultados del análisis de estas tablas, se observa de forma general que, en las parcelas estudiadas, existe un alto grado de regeneración. Un 75% de las provincias presentan regeneración normal o abundante en la mitad o más de las parcelas analizadas y en las demás no se excluye, por ahora, un proceso de regeneración posterior.

Así pues, la superficie deforestada se limita a la informada por la transición de bosque a asentamientos según se ha identificado a partir de las explotaciones cartográficas de CORINE-LAND COVER y Mapa Forestal de España.

11.4.3.- Información sobre la extensión y ubicación geográfica de suelos boscosos que han perdido cubierta forestal pero que todavía no han sido calificados como suelos deforestados

Actualmente, se argumenta que toda la superficie que ha perdido masa forestal, y que no ha cambiado de uso de suelo (ver apartado 11.1.3.) va a presentar una recuperación de la misma, por tanto no ha sido calificada como deforestada.

Conviene señalar, no obstante, que gran parte de esta superficie es la afectada por incendios forestales, cuya información se facilita en la tabla 7.2.10, que se encuentra incluida dentro del capítulo 7, epígrafe 7.2.4.3.

11.5.- Artículo 3.4

11.5.1.- Acreditación de que las actividades consideradas en virtud de artículo 3.4 han ocurrido desde el 1º de enero de 1990 y que han sido inducidas por el hombre

Gestión forestal

El cómputo de los flujos de GEI estimados para las actividades de gestión forestal corresponde a los años del periodo 1990-2011. En dicho cómputo, a efectos del Protocolo de Kioto, prevalece la limitación del techo impuesto por Decisión 16/CMP.1, dado que la estimación de sumideros de carbono que en gestión forestal estima España sobrepasan con mucho a dicho techo. Así pues, es este techo el que “cualifica” la estimación de la cantidad que pudiera ser atribuida a origen humano, y la contabilización se realiza a partir del 1 de enero de 1990¹³.

Gestión de tierras agrícolas

España se incorporó a la Política Agrícola Común (PAC) a partir de su adhesión a la Unión Europea en el año 1986. Este hecho, de especial relevancia para la agricultura española, ha condicionado muchos de los cambios y transiciones que, desde el año 1990, se han realizado en las tierras agrícolas. Las normativas y programas orientados a regular la producción de determinados cultivos o limitar los excedentes, por ejemplo, se encuentran detrás de muchos de los cambios en los flujos de GEI para las tierras agrícolas.

A partir del año 1990, la PAC ha incrementado las ayudas o exigencias de carácter medioambiental en el sector agropecuario, incorporando programas orientados directamente a la mitigación del cambio climático o al incremento de la capacidad de sumidero de los terrenos agrícolas. Entre estos programas, por citar algunos ejemplos, se encuentran los relativos a la agricultura ecológica o a la forestación de tierras agrícolas (actividad que es objeto de análisis a la hora de tratar la información relativa al párrafo 3.3. del Protocolo de Kioto).

La incorporación a la PAC, por otro lado, ha incrementado notablemente las necesidades de obtención de información, tanto sobre las superficies agrícolas como sobre las prácticas que tienen lugar en el territorio. En este sentido, deben destacarse las nuevas herramientas de seguimiento, como ESYRCE. Cada vez más, como se observa también en el Anuario de Estadística del MAGRAMA, la información orientada a caracterizar el

¹³ Adicionalmente, durante la In Country Review 2011 y a petición del ERT, se aportó un documento oficial verificando que las superficies forestadas habían sido inducidas por el hombre.

desempeño medioambiental de la agricultura española se ha incorporado a estas fuentes de información.

Por todo lo anterior, se puede afirmar que la PAC es el principal elemento de gestión que ha instigado los cambios en los tipos de cultivo o en las prácticas agronómicas. Además, ha contribuido a disponer de información orientada al seguimiento general de las actividades agrícolas y, con mayor intensidad en los últimos años, a incorporar criterios medioambientales y potenciadores del papel que como sumidero de carbono ha desempeñado la agricultura española desde 1990.

11.5.2.- Información acerca de la gestión de tierras agrícolas para el año base

En relación a las prácticas de gestión del suelo con incidencia en los flujos asociados al carbono orgánico del suelo, la fuente principal de información (ESYRCE) fue implantada con posterioridad al año 1990 y no aporta información para dicho año. La información disponible sobre las prácticas de gestión del suelo que tenían lugar en tierras cultivadas en el año 1990 es escasa. No obstante, la Asociación Española de Agricultura de Conservación – Suelos Vivos, constituida en 1995 con la misión de promover las prácticas agrícolas que conducen a una mejor conservación del suelo agrícola y de su biodiversidad, ha realizado encuestas y trabajos en esta materia, así como el seguimiento de las prácticas de gestión del suelo que se han desarrollado en la agricultura española.

Se realizaron consultas a esta asociación para obtener información sobre prácticas de gestión del suelo consideradas como más conservadoras del carbono orgánico (laboreo reducido, mínimo, no laboreo, cubiertas vegetales, etc.), que proporcionó estimaciones, especificando que dichas prácticas eran inexistentes o prácticamente testimoniales en el año de base.

Toda esta información de base permite concluir que, en el periodo anterior a 1990, la mayor parte de la superficie nacional agrícola presentaba laboreo tradicional, produciéndose después del año base un ascenso en la aplicación del resto de prácticas analizadas, las cuales se caracterizan por presentar un carácter conservador del carbono del suelo. Por consiguiente, la mayor parte de los cambios en las técnicas de mantenimiento del suelo ha tenido lugar en el periodo 1990-2011, siendo prácticamente inexistentes en el periodo anterior a 1990.

Por tanto, para estimar los flujos netos derivados de los cambios en las prácticas de gestión del suelo sobre los cultivos leñosos, el tratamiento realizado en la presente edición se ha fundamentado en que en el periodo precedente a 1990 no se introdujeron nuevas prácticas de gestión del suelo distintas del laboreo tradicional. La no introducción de las prácticas analizadas hasta un periodo posterior implica que en el periodo 1970-1990 los cambios de prácticas de gestión del suelo fueron inapreciables, por lo que el balance en cuanto carbono orgánico del suelo de la agricultura española no se vio alterado significativamente. Nuevamente, se ha optado por un factor de emisión/absorción de '0'. Por el momento, la información disponible sobre prácticas de gestión del suelo para el año 1990 y años anteriores se considera escasa para poder realizar otro tipo de planteamiento.

En el caso de la información sobre transiciones entre cultivos, para el año 1990 tampoco se dispone de información de ESYRCE que indique el volumen de transiciones entre cultivos herbáceos y leñosos o entre cultivos leñosos. Para subsanar esta carencia de información, se han tomado los valores de superficie total cultivada del Anuario de Estadística Agroalimentaria del MAPA para el periodo 1950-1990.

11.5.3.- Información acerca de la gestión forestal

11.5.3.1.- Conformidad de la definición de bosque para esta categoría con la dada en la definición en el punto 11.1 más arriba

La determinación de la superficie de bosque sobre la que se realiza la gestión forestal viene establecida a lo largo del periodo inventariado por la superficie de bosque que se mantiene como tal, teniendo en cuenta sus tres parámetros definitorios (fracción de cabida cubierta, superficie mínima y altura mínima de los árboles), citados anteriormente en el epígrafe 11.1.

La información sobre el parámetro de fracción de cabida cubierta ha sido controlada con la información del Mapa Forestal de España para los cruces con la cartografía CORINE-LAND COVER en las categorías de la misma que se identifican como bosque. El parámetro de altura mínima se controla asimismo mediante la relación de categorías de CORINE-LAND COVER que se identifican como bosque. La superficie mínima se ha controlado hasta el punto en que permiten las explotaciones cartográficas de CORINE-LAND COVER corregido parcialmente por el Mapa Forestal de España.

Por su parte, la información sobre superficie mantenida en cada año en gestión forestal se deriva de las explotaciones cartográficas de CORINE-LAND COVER corregido parcialmente por el Mapa Forestal de España, teniendo en cuenta las salidas que de la misma se producen a lo largo del tiempo por el proceso de deforestación anteriormente indicado (véase también Sistema de Ecuaciones 7.1.1 del capítulo 7 de este informe).

11.5.3.2.- La gestión forestal como sistema de prácticas para la custodia y buen uso del bosque con el fin de cumplir de forma sostenible en sus funciones, medioambiental, económico y social

España ha adoptado, a efectos de informar al Protocolo de Kioto, la definición en “sentido amplio” (en contraposición a la de “sentido estricto”¹⁴), según las definiciones previstas en el epígrafe 4.2.7.1 de la GPG-LULUCF 2003 de IPCC. En la definición de sentido amplio, el país considera el sistema de actuaciones o prácticas de gestión

¹⁴ Aplicando la definición estricta un país consideraría todas las actividades realizadas a nivel de población (stand-level) y a nivel de paisaje (landscape-level), incluyendo localización geográfica de las mismas y verificando que han sido realizadas desde 1990. Estas actividades incluirían: i) las realizadas a nivel de población, como plantaciones, clareos, explotación y preparación del terreno, etc.; ii) las realizadas a nivel de paisaje, como la lucha contra incendios, protección contra plagas y enfermedades, etc.

identificando una única superficie susceptible de aplicación de este conjunto de actividades. España ha elegido esta opción, ya que es la que mejor se adapta a las características de su sistema de información forestal.

En este “sentido amplio”, España integra en su gestión forestal todo el conjunto de actividades llevadas a cabo en el ámbito del terreno de uso forestal, cuya finalidad es la conservación, mejora y mantenimiento sostenible del bosque y su ecosistema a lo largo del tiempo. Así, la gestión forestal pretende fomentar la utilización de los productos y servicios derivados del bosque en un marco de sostenibilidad, minimizando el impacto adverso que la explotación de los recursos forestales pudiere implicar respecto al mantenimiento de la biodiversidad del bosque como ecosistema.

Las acciones de gestión forestal varían en función de dos factores relevantes: el dominio ecológico en que se insertan y la finalidad potencial del proceso de gestión.

En lo que respecta al primero de los factores, el dominio ecológico, pueden establecerse de forma genérica los cuatro ámbitos siguientes, en los que la estrategia y labores de gestión forestal a desarrollar serán, en general, diferentes. Estos ámbitos geográficos tienen una clara delimitación territorial en la Directiva Hábitats (92/43/CEE).

- Mediterránea
- Atlántica
- Alpina
- Macaronésica

En lo que respecta al segundo de los factores, la finalidad potencial del proceso, los procedimientos de Gestión Forestal pueden dividirse *grosso modo* en:

- **Uso protector:** actividades cuyo fin principal es la conservación del recurso (protección de suelos, protección de biodiversidad, protección de la cubierta arbórea).
- **Uso productivo:** actividades que, teniendo como requisito ineludible el mantenimiento sostenible del recurso, buscan la renovación cíclica del mismo mediante actividades extractivas para uso de las diferentes materias primas. Se entiende el recurso en sentido amplio, incluyendo maderas, leñas, productos del sotobosque (setas, hongos), caza, etc.
- **Uso social:** actividades cuyo objetivo es la provisión de bienes no tangibles a la sociedad (mejora de la calidad del medio, fomento de la conservación, educación social y ambiental, uso y disfrute del entorno) y de medios tangibles (mantenimiento y fomento del uso de los productos derivados y del empleo inherente, tanto en los procesos de gestión y explotación directa, como en los de transformación derivados).

Por su propia naturaleza, esta división es convencional, persiguiéndose mediante la gestión forestal los tres usos referidos, atribuyéndoles mayor o menor importancia en cada situación en particular, presentando un carácter multifuncional.

La gestión forestal, de acuerdo a lo dicho anteriormente, no se debe ver sólo como una gestión del recurso bosque, sino como un concepto más amplio: cualquier recurso que se sustente en el bosque y cuya gestión derive, en definitiva, en una conservación, mantenimiento, mejora y acrecentamiento del bosque como soporte de estos recursos. En todo caso, el fin principal de los procesos de gestión es la sostenibilidad, entendida tanto en su concepto espacial (persistencia de las masas existentes) como cualitativa y de contenido (coberturas, existencias, productividad, biodiversidad inherente).

Todo esto hace que, con el objeto principal de gestionar un recurso forestal u otro recurso de los sustentados en el bosque, el resultado sea la existencia de una gestión sostenible en toda la superficie del estado español, siendo la permanencia del bosque una consecuencia de esta gestión.

A continuación, se intenta demostrar cómo, gracias a una gestión racional del recurso bosque, éste permanece y va aumentando como consecuencia de esta gestión, por lo que sería válido para las tesis de elección del punto 3.4 del Protocolo de Kioto. Para ello, se analizan los diferentes tipos de gestión al que está sometido el bosque, concluyendo que todo el bosque dentro del Estado Español está gestionado de una u otra manera y que, aunque el objetivo principal no sea el maderero, la conjunción de distintos objetivos hace que sea el bosque el que se encuentre favorecido por esas gestiones.

Esta gestión se enmarcará en un plan de gestión que, según la finalidad potencial del recurso, podrá atender a distintas formas de planificación:

- A) Planificación forestal.
- B) Planificación de Espacios Naturales Protegidos.
- C) Planificación cinegética.

Como primera consideración, hay que tener en cuenta que el marco general de la política forestal designa a las Administraciones Autonómicas como las responsables y competentes en materia forestal, de acuerdo con la Constitución Española y los Estatutos de Autonomía. Sin embargo, la Ley Básica de Montes clarifica las funciones de la Administración General del Estado, que, básicamente, son las de representación internacional y coordinación de las políticas forestales autonómicas, fundamentándolas en su caracterización de legislación básica en materia de montes y aprovechamientos forestales. Entre estas funciones destaca, para el tema que nos ocupa, la recopilación, elaboración y sistematización de la información forestal, para el mantenimiento y actualización de la Estadística Forestal Española. Por tanto, existen obligaciones de la Administración General del Estado para la recopilación de la información, pero, para el cumplimiento de esta función, existe una importante dependencia respecto a las CCAA, ya que mucha de la información requerida proviene de fuentes de información (autorizaciones, licencias, expedientes de gasto, etc.) existentes en las administraciones competentes de las diecisiete comunidades autónomas. Por lo anterior, la mayoría de la información forestal procede de las comunidades autónomas, y es recogida a nivel nacional por la Estadística Forestal Española.

A continuación se comentan brevemente los tres instrumentos anteriormente citados de planificación utilizados en la gestión forestal.

A) Planificación forestal propiamente dicha.

En cuanto a la planificación forestal pueden distinguirse las dos escalas siguientes:

A.1) Planificación a gran escala: nacional, autonómica, y comarcal.

A escala nacional, existe en España un marco planificador común establecido por la Ley Básica de Montes 43/2003, modificada por la ley 10/2006. Este marco, consiste en una Estrategia Forestal Española (artículo 29 de la Ley 43/2003) que en su primera versión fue aprobada en el año 1999, un Plan Forestal Español aprobado en Consejo de Ministros en el año 2002 con un plazo de ejecución de 30 años y una revisión intermedia en el año 2012 tal como fija el artículo 30 de la ley de montes citada. El Plan Forestal de España es el instrumento planificador a largo plazo de la política forestal española, desarrolla la Estrategia Forestal Española.

Asimismo, la planificación a gran escala se completa con los Planes Forestales autonómicos que se han aprobado por cada una de las comunidades autónomas. En el Anexo 2 se presenta la normativa, leyes forestales y planes forestales de las diferentes comunidades autónomas que han desarrollado una legislación al respecto. Los planes forestales autonómicos también constituyen una planificación a gran escala, pero al centrarse en una superficie más pequeña se pueden tener en cuenta las características propias de cada territorio regional (tanto físicas como socioeconómicas).

A.2) Planificación a escala monte o unidad de gestión forestal.

Además de la planificación a escala nacional, autonómica y comarcal, la gestión de los montes y otras unidades de gestión forestal se regula mediante Proyectos de Ordenación, Planes dasocráticos o Planes técnicos (dependiendo de las características del monte).

B) Planificación de Espacios Naturales Protegidos.

Además de la planificación propiamente forestal, existen en España otros instrumentos de planificación territorial que afectan de manera directa a parte de la superficie forestal. Estos instrumentos de planificación son los que presiden la gestión en los Espacios Naturales Protegidos (ENP) y la Red Natura 2000. Los ENP son espacios que así son declarados por las distintas comunidades autónomas en base a sus respectivas leyes de conservación. En estos espacios, declarados en virtud normalmente a alguna característica, bien de hábitats o especies significativas, se realiza una gestión acorde con el mantenimiento y mejora de los mismos por lo que el bosque como tal se ve favorecido por esa gestión. Por otra parte, la Red Natura 2000, estará gestionada por instrumentos análogos, aunque de momento no lo estén, pero aún así, la mera inclusión de un espacio en este tipo de protección salvaguarda los ecosistemas por los que se declaró y por tanto, gracias a esa medida, el bosque (en su caso) también se verá favorecido.

C) Planificación cinegética.

La actividad cinegética, especialmente la caza mayor, es a veces el único aprovechamiento de los bosques en gran parte del territorio español, especialmente en zonas de clima mediterráneo y con bosques de cupulíferas. En estas masas forestales la gestión está totalmente supeditada a ese aprovechamiento, estando todas las acciones orientadas a mejorar las condiciones de habitabilidad de las especies cinegéticas.

Para que una zona sea declarada como alguna de estas figuras de terrenos cinegéticos, ha de redactarse un Plan cinegético que será aprobado oficialmente por las CCAA. Los Planes cinegéticos regulan la actividad de la caza y constituyen, por tanto, otro instrumento de planificación y gestión del terreno forestal. Como se ha dicho, el que un terreno esté sometido a un plan de este tipo significa que existen medidas y acciones encaminadas al fomento de las especies cinegéticas y por tanto, a la conservación de los ecosistemas donde estas habitan, por lo que los bosques se verán favorecidos de una manera indirecta.

En conjunto, la combinación de todos estos instrumentos de planificación de la gestión forestal permite asegurar que en España toda la superficie forestal se encuentra gestionada y que los objetivos de la misma son coherentes con los referidos en el artículo 3, párrafo 4, del Protocolo de Kioto para la gestión forestal.

11.6.- Otra información

11.6.1.- Análisis de categoría clave para las actividades del artículo 3.3 y las actividades elegidas en virtud del artículo 3.4

La identificación de categorías clave para el sector LULUCF (Convención y Protocolo de Kioto) se ha realizado con el enfoque de Nivel 2 (Tier 2), que integra las ponderaciones de los flujos de las categorías de uso y cambios de uso del suelo con las incertidumbres asociadas a las mismas.

La información general sobre el procedimiento y resultados de la estimación de la incertidumbre para todas las categorías del inventario se muestra en el Anexo 7. Los resultados sobre las categorías clave se muestran en el Anexo 1.

En la tabla 11.6.1 se presenta (para los años 1990, 2008, 2009, 2010 y 2011) la relación de categorías clave identificadas en el sector LULUCF para la información requerida por el Protocolo de Kioto.

Tabla 11.6.1.- Identificación de categorías clave de las actividades de LULUCF en el ámbito del Protocolo de Kioto (tabla NIR 3)

Categorías clave de fuentes y sumideros	Gas	Criterios utilizados para la identificación de las categorías clave			Comentarios
		La categoría asociada en el inventario para el Convención es clave	La contribución de la categoría es mayor que la de la categoría con menor contribución del inventario para la Convención (inc. LULUCF)	Otros	
Categorías					
1990					
Gestión de tierras agrícolas	CO ₂	Tierras agrícolas que permanecen como tales, Conversión a pastizales, Conversión a asentamientos	Sí		
2008					
Forestación/Reforestación	CO ₂	Conversión a bosque	Sí		
Deforestación	CO ₂	Conversión a asentamientos	No		Bosque que pasa a asentamientos
Gestión forestal	CO ₂	Bosque que permanece como bosque	Sí		
Gestión de tierras agrícolas	CO ₂	Tierras agrícolas que permanecen como tales, Conversión a pastizales, Conversión a asentamientos	Sí		
Gestión forestal	CH ₄	Bosque que permanece como bosque	No		Emisiones debidas a incendios forestales
Gestión forestal	N ₂ O	Bosque que permanece como bosque	No		Emisiones debidas a incendios forestales
Categorías clave de fuentes y sumideros	Gas	Criterios utilizados para la identificación de las categorías clave			Comentarios
		La categoría asociada en el inventario para el Convención es clave	La contribución de la categoría es mayor que la de la categoría con menor contribución del inventario para la Convención (inc. LULUCF)	Otros	
Categorías					
2009					
Forestación/Reforestación	CO ₂	Conversión a bosque	Sí		
Deforestación	CO ₂	Conversión a asentamientos	No		Bosque que pasa a asentamientos
Gestión forestal	CO ₂	Bosque que permanece como bosque	Sí		
Gestión de tierras agrícolas	CO ₂	Tierras agrícolas que permanecen como tales, Conversión a pastizales, Conversión a asentamientos	Sí		
Gestión forestal	CH ₄	Bosque que permanece como bosque	No		Emisiones debidas a incendios forestales
Gestión forestal	N ₂ O	Bosque que permanece como bosque	No		Emisiones debidas a incendios forestales

Tabla 11.6.1.- Identificación de categorías clave de las actividades de LULUCF en el ámbito del Protocolo de Kioto (cont.)

2010					
Forestación/Reforestación	CO ₂	Conversión a bosque	Sí		
Deforestación	CO ₂	Conversión a asentamientos	No		Bosque que pasa a asentamientos
Gestión forestal	CO ₂	Bosque que permanece como bosque	Sí		
Gestión de tierras agrícolas	CO ₂	Tierras agrícolas que permanecen como tales, Conversión a pastizales, Conversión a asentamientos	Sí		
Gestión forestal	CH ₄	Bosque que permanece como bosque	No		Emisiones debidas a incendios forestales
Gestión forestal	N ₂ O	Bosque que permanece como bosque	No		Emisiones debidas a incendios forestales
2011					
Forestación/Reforestación	CO ₂	Conversión a bosque	Sí		
Deforestación	CO ₂	Conversión a asentamientos	No		Bosque que pasa a asentamientos
Gestión forestal	CO ₂	Bosque que permanece como bosque	Sí		
Gestión de tierras agrícolas	CO ₂	Tierras agrícolas que permanecen como tales, Conversión a pastizales, Conversión a asentamientos	Sí		
Gestión forestal	CH ₄	Bosque que permanece como bosque	No		Emisiones debidas a incendios forestales
Gestión forestal	N ₂ O	Bosque que permanece como bosque	No		Emisiones debidas a incendios forestales

11.7.- Información relativa al artículo 6

España no ha desarrollado en el periodo inventariado proyectos a los que hace referencia el artículo 6.

Apéndice 11.1

Consultas sobre los recálculos de KP-LULUCF en las tablas del CRF

Es importante destacar que los recálculos de KP-LULUCF, aunque incluidos en la aplicación CRF Reporter, no aparecen en la tabla 8(b) "Recalculation - Explanatory information".

Como consecuencia de esta omisión se realizó una pregunta al CRF Reporter Helpdesk que se incluye a continuación. El resultado de esta consulta fue la confirmación, por parte del equipo del CRF Reporter Helpdesk, de que dicha información no debe ser incluida en las tablas 8(b) del CRF.

== REQUEST SERVICE Juan Jose Rincon Cristobal: 3/7/2012 10:45:10 AM

Dear Sir/Madam:

It seems that there is a problem in the generation of CRF tables regarding KP-LULUCF recalculations, as these recalculations do not appear in the Excel tables.

We have found that the check boxes of KP-LULUCF recalculations that appear in "recalculation checks" automatically turn blank when you move from one to other year. As they are not marked, they do not appear in the Excel CRF tables, but it seems impossible to definitively mark that check boxes.

Looking forward to hearing from you.

Best Regards.

Juan José Rincón

== UPDATE CRFsupport: 3/7/2012 2:55:11 PM

Dear Juan Jose Rincon,

Due to the fact that KP LULUCF sector is not included in the recalculation Table8(a) the recalculation explanations are also not published in Table8(b). Therefore CRF Reporter does not include recalculation explanations to table 8(b) as per current software requirements. The software shows KP LULUCF sector in the recalculation checks but this is done for internal verification purposes only.

Hope this clarifies. Please let us know if you have any further questions.

Best regards,

Tleussen Temertekov

12.- INFORMACIÓN RELATIVA A LA CONTABILIDAD DE UNIDADES DEL PROTOCOLO DE KIOTO

12.1.- Introducción y antecedentes

El presente capítulo recoge información suplementaria a la presentada en el Informe Nacional de Inventario (NIR, por sus siglas en inglés) presentado por España.

Esta información suplementaria se remite en cumplimiento de lo establecido en la Decisión 15/CMP.1 Anexo I (información suplementaria requerida bajo el artículo 7.1 del Protocolo de Kioto), en lo que se refiere a información relativa a la contabilidad de las unidades del Protocolo de Kioto.

La información se presenta siguiendo una estructura común acordada en el marco del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (RSA Forum, en inglés) y transmitida a los RSA a través del documento “*SIAR Reporting Requirements and Guidance for registries v 5.0*”, que se ha utilizado como orientación.

Para la presentación de la información se han tenido en cuenta las recomendaciones acordadas en el marco del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (RSA Forum, en inglés) y transmitidas a los administradores de registros a través del documento “*SIAR Reporting Requirements and Guidance for registries v 5.0*” que incluye indicaciones sobre el contenido de la información o su presentación bajo una estructura común, acorde con los requisitos recogidos en las Decisiones relevantes (13/CMP.1, 14/CMP.1, 15/CMP.1).

En el presente capítulo se hace referencia al formulario electrónico estándar para la presentación de información sobre las unidades del Protocolo de Kioto (SEF, por sus siglas en inglés), aunque no se incluye como parte de él, sino que se remite como informe aparte, presentado oficialmente por España a través del portal “UNFCCC submission portal” bajo el tipo de comunicación “Submission type: SEF”.

12.2.- Información presentada a través de las tablas SEF

12.2.1.- Formulario electrónico estándar (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 11)

El formulario electrónico estándar SEF ha sido presentado oficialmente por España a través del portal “UNFCCC submission portal” bajo el tipo de comunicación “Submission type: SEF”, con el formato y contenido establecidos en la Decisión 14/CMP.1.

La denominación del fichero es del tipo “SEF_ES_2012_v_hh-mm-ss dd-mm-aaaa.xls” (con “v” por “versión”, hh-mm-ss” y “dd-mm-aaaa” hora exacta y fecha de bloqueo del fichero). La denominación del fichero SEF relativo al año 2012 es SEF_ES_2013_1_12-29-2 15-4-2013.xls.

Para su elaboración se ha utilizado la herramienta "SEF application version 1.2" facilitada a través del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (RSA Forum) y se han seguido las indicaciones del documento "SIAR Reporting Requirements and Guidance for registries v 5.0." Corresponde con el informe denominado "R-1" en dicho documento.

12.3.- Discrepancias y notificaciones

12.3.1.- Información sobre transacciones discrepantes (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 12)

No existen transacciones discrepantes para el año 2012.

12.3.2.- Información sobre notificaciones recibidas del MDL (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 13-14)

No ha habido notificaciones procedentes del registro CDM durante el año 2012.

12.3.3.- Información sobre casos de no sustitución (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 15)

No ha habido casos de no sustitución durante el 2012.

12.3.4.- Información sobre unidades que no se puedan utilizar para cumplir los compromisos (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 16)

No existen unidades inválidas en el registro a fecha 31 de diciembre de 2012.

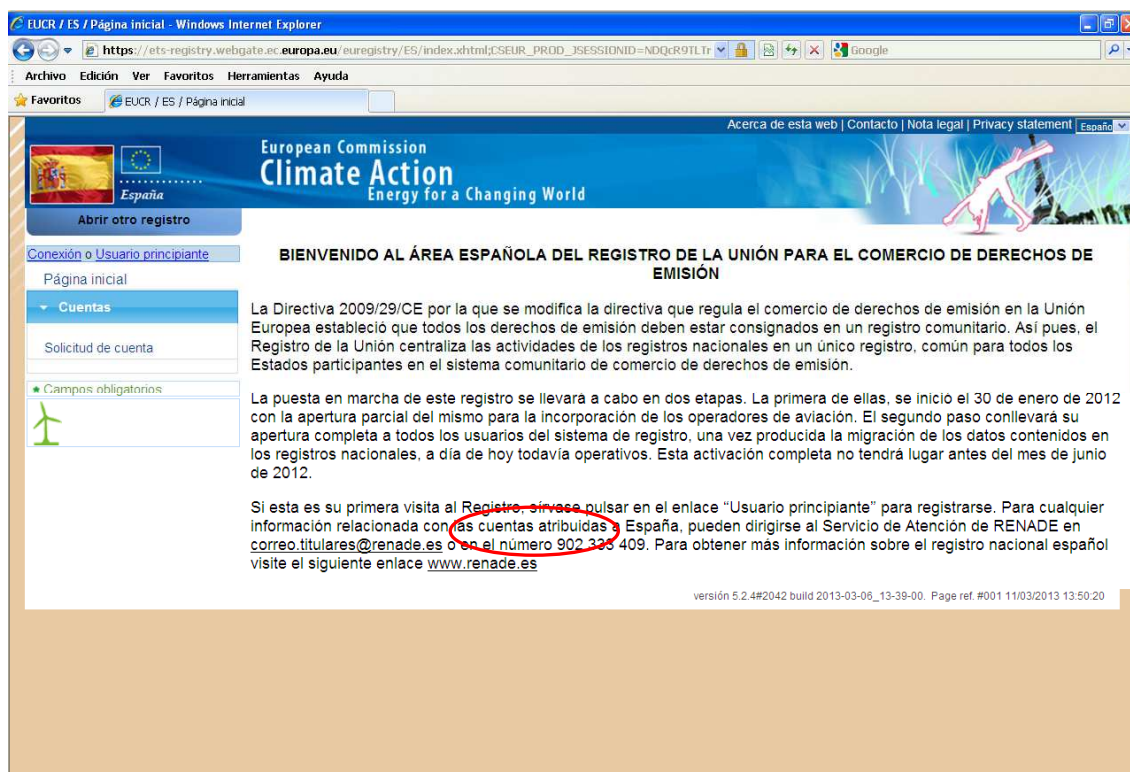
12.3.5.- Medidas tomadas para corregir los problemas que puedan haber causado una discrepancia (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 17)

Durante 2012 no se han producido en el registro nacional español discrepancias en relación con las transacciones por lo que no ha sido necesario tomar ninguna medida al respecto.

12.4.- Información accesible al público

La dirección web de acceso al interfaz público del registro nacional español es <https://ets-registry.webgate.ec.europa.eu/euregistry/ES/index.xhtml> tras la consolidación de los registros nacionales realizada en junio de 2012.

La información exigida por los párrafos 44 a 48 del Anexo de la Decisión 13/CMP.1 se encuentra disponible en la antigua dirección del registro nacional (www.renade.es) a la cual se hace referencia en la nueva página de bienvenida del registro.



Los asesores del proceso SIAR identificaron un problema de compatibilidad de algunos navegadores de Internet con la página www.renade.es. Debido al elevado volumen de trabajo a lo largo de los años 2011 y 2012 aparejado a la consolidación de los registros, no ha sido posible llevar a cabo la modificación de dicha página a fin de corregir dicha disfuncionalidad, si bien se prevé realizarla a lo largo del año 2013. En el ínterin, con objeto de paliar dicha incidencia se ha dispuesto la misma información que se muestra a través de la referida url en la página web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, como órgano responsable de la gestión del registro, en la sección de Cambio Climático bajo el apartado dedicado al mismo:

<http://www.magrama.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/el-comercio-de-derechos-de-emision-en-espana/registro-nacional-de-derechos-de-emision/default.aspx>

El enlace a esta página del Ministerio ha sido asimismo incluido en la página www.renade.es.

Se prevé la creación de una página web dedicada a contener la información anteriormente referida de una forma centralizada para todos los registros de los Estados Miembros de la Unión Europea en la página web de la Comisión Europea (www.ec.europa.eu) si bien por el momento no se dispone de datos en relación con el calendario de puesta a disposición del público de dicha página.

En el ámbito de la Unión Europea, el reglamento comunitario de registros establece el carácter confidencial de parte de la información recogida dentro de las obligaciones de información pública identificadas en la Decisión 13/CMP.1. Este hecho ha sido identificado en la información pública disponible en las páginas web indicadas. La versión actualmente en vigor de dicho reglamento a este respecto es el Reglamento (CE) nº 920/2010 de la Comisión, de 7 de octubre, en su versión enmendada por el Reglamento (UE) nº 1193/2011, de 18 de noviembre. Ambos textos se encuentran disponibles en los apartados de normativa en ambas páginas web.

El artículo 75 de dicha norma, establece la confidencialidad por defecto de la información contenida en el Diario de Transacciones de la Unión Europea (DTUE), el Registro de la Unión y todos los demás registros Kioto de los Estados Miembros sobre los haberes de todas las cuentas, la totalidad de las transacciones efectuadas, el código exclusivo de identificación de unidad de los derechos y el valor numérico exclusivo del número de serie de unidad de las unidades de Kioto contenidos o afectados por la transacción. También tienen carácter confidencial por defecto, los datos de contacto y códigos de identificación de cualquiera de los titulares, representantes autorizados y personas de contacto de las cuentas alojadas en cualquier registro de la Unión Europea así como los códigos identificadores de las mismas.

En lo que se refiere a las entidades autorizadas por España para la tenencia de unidades kioto, entre la información pública se muestra una tabla explicativa bajo la denominación “Autorización tenencia de unidades”. De acuerdo con la normativa nacional de desarrollo del marco de participación en los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto (Real Decreto 1031/2007, de 20 de julio), todos los titulares de cuenta en el registro nacional de derechos de emisión podrán transferir y adquirir Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE) y Unidades de Reducción de Emisiones (URE) con arreglo al artículo 17 del Protocolo de Kioto.

12.5.- Cálculo de la reserva para el período de compromiso (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 18)

Conforme a lo establecido en las Decisiones 11/CMP.1 párrafo 6 y 18/CP.7 párrafo 6, la reserva para el período de compromiso que cada Parte del anexo I mantendrá en su registro nacional no deberá bajar del 90% de la cantidad atribuida de la Parte, calculada con arreglo a los párrafos 7 y 8 del artículo 3 del Protocolo de Kyoto, o el 100% de cinco veces la cantidad correspondiente al inventario más reciente que se haya examinado, si esta segunda cantidad es menor.

Según esto, y dado que el inventario más reciente que se ha examinado es el presentado por España en 2011, correspondiente a las emisiones de gases de efecto de invernadero de 2009:

- El 90% de la cantidad atribuida (1.666.195.929 toneladas CO₂ eq) resulta ser 1.499.576.336 toneladas CO₂ eq.
- Las emisiones correspondientes al inventario examinado más reciente son el dato de emisiones 2009 incluyendo LULUCF remitido en el Informe de Inventario Nacional

(NIR) de diciembre de 2011 tras su revisión por el equipo revisor de Naciones Unidas son 340.862,29 Gg CO₂e, que multiplicadas por cinco resultan 1.704.311,47 Gg CO₂ eq.

El valor de la reserva para el período de compromiso es el menor de estos dos valores, por tanto 1.499.576.336 toneladas CO₂ eq.

La reserva para el período de compromiso no ha cambiado respecto a la revisión del informe inicial de España (documento FCCC/IRR/2007/ESP, párrafos 113 a 115), pues se basa en la cantidad asignada y no en el inventario examinado más reciente

13.- INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL SISTEMA ESPAÑOL DE INVENTARIO (SEI)

En este capítulo se presenta, de acuerdo con lo requerido en el párrafo 21 del Anexo de la Decisión 15/CMP.1, la relación de cambios introducidos en el SEI en el último año.

No se han registrado cambios en el SEI que tengan relación con el último año inventariado (2011) ni incluso con el año 2012.

No obstante, quiere dejarse aquí constancia de que con la constitución, a finales de diciembre de 2012, del nuevo gobierno tras las elecciones del pasado 20 de noviembre de 2011, se ha procedido a una reestructuración del mismo que afecta a la estructura institucional del SEI pero que tiene efectos a partir del año 2012 y, es por ello que la referencia a esta reestructuración se describirá en la próxima edición del inventario.

Una visión de la reorganización a los niveles de Ministerio, Secretaría de Estado y Dirección General, directamente relacionados con el SEI es la que se plasma en el cuadro siguiente, donde figura, para facilidad de referencia la comparación de las estructuras vigentes en el periodo inventariado y la nueva estructura vigente desde 2012.

Estructura vigente hasta 2011	Estructura vigente desde 2012
Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Secretaría de Estado de Cambio Climático	Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental	Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural

En fecha 17 de febrero de 2012, mediante el R.D. 401/2012, se designa a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural como la Autoridad Nacional del Sistema de Inventario Nacional de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera modificando el nombre de la anterior Dirección General debido al referido cambio de gobierno.

14.- INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL REGISTRO NACIONAL Y OTRA INFORMACIÓN RELATIVA AL REGISTRO NACIONAL

14.1.- Introducción y antecedentes

El presente capítulo recoge información suplementaria a la presentada en el Informe Nacional de Inventario (NIR, por sus siglas en inglés) presentado por España.

Esta información suplementaria se remite en cumplimiento de lo establecido en la Decisión 15/CMP.1 Anexo I (información suplementaria requerida bajo el artículo 7.1 del Protocolo de Kioto), en lo que se refiere a información relativa al Registro Nacional.

La información se presenta siguiendo una estructura común acordada en el marco del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (RSA Forum, en inglés) y transmitida a los administradores nacionales a través de los documentos “*SIAR Reporting Requirements and Guidance for registries v5.0*” que se han utilizado como orientación

Para la presentación de la información se han tenido en cuenta las recomendaciones acordadas en el marco del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (RSA Forum, en inglés) y transmitida a los RSA a través del documento “*SIAR Reporting Requirements and Guidance for registries v5.0*.”, que incluyen indicaciones sobre el contenido de la información o su presentación bajo una estructura común, acorde con los requisitos recogidos en las Decisiones relevantes (13/CMP.1, 14/CMP.1, 15/CMP.1).

En el presente capítulo se hace referencia al formulario electrónico estándar para la presentación de información sobre las unidades del Protocolo de Kioto (SEF, por sus siglas en inglés), aunque no se incluye como parte de él, sino que se remite como informe aparte, presentado oficialmente por España a través del portal “UNFCCC submission portal” bajo el tipo de comunicación “Submission type: SEF”.

14.2.- Información sobre cambios en el Registro Nacional

La Directiva 2009/29/CE adoptada en 2009, prevé la centralización de las operaciones ligadas al régimen comunitario de comercio de derechos de emisión (EU ETS) en un único Registro de la Unión Europea gestionado por la Comisión Europea, así como la inclusión del sector de la aviación en dicho régimen. Al mismo tiempo, y con la intención de aumentar la eficiencia en las operaciones de los respectivos registros nacionales, los 25 Estados Miembros Parte del Protocolo de Kioto junto con Islandia, Liechtenstein y Noruega decidieron gestionar sus registros de una forma consolidada de acuerdo con las decisiones aplicables para el establecimiento de los registros de las Partes del Protocolo, en particular, la Decisión 13/CMP.1 y la Decisión 24/CP.8.

A fin de garantizar el cumplimiento de los nuevos requisitos introducidos por el Reglamento (CE) nº 920/2010, de 7 de octubre, y el Reglamento (UE) nº 1193/2011, de 18

de noviembre, así como implementar la plataforma a compartir entre las Partes cuyos registros se consolidaban, se ha realizado una modificación sustancial del registro de la Unión Europea. La plataforma que implementa la gestión de los registros nacionales de una forma consolidada (incluyendo el registro de la UE) se denomina Sistema Consolidado de Registros de la UE (CSEUR, por sus siglas en inglés) y ha sido desarrollado de forma conjunta con el nuevo Registro de la Unión Europea sobre la base de las siguientes consideraciones:

1. Cada Parte conserva su organización designada como administrador del registro para mantener su registro nacional y sigue siendo responsable de las obligaciones a cumplir por las Partes en relación con los registros.
2. Cada unidad kioto expedida por las Partes en dicho sistema consolidado es expedida por una de las Partes integrantes de la misma y seguirá llevando el identificador de país de origen asociado a dicha Parte en su número de serie individualizado.
3. Cada Parte conserva sus cuentas nacionales de conformidad con lo establecido por el párrafo 21 del Anexo a la Decisión 15/CMP.1 Cada cuenta ubicada en un registro nacional conserva su identificador de cuenta único incluyendo el identificador de la Parte gestora de dicha cuenta así como su número identificador único.
4. Las transacciones kioto seguirán siendo enviadas a y chequeadas por el Diario Independiente de Transacciones de la Convención Marco de Naciones Unidas de Cambio Climático (ITL, por sus siglas en inglés), el cual permanece como entidad responsable de la comprobación de la precisión y validez de dichas transacciones.
5. El diario de transacciones y los registros continuarán realizando reconciliaciones de sus datos a fin de asegurar su consistencia y facilitar los chequeos automatizados por parte del ITL.
6. Los requerimientos establecidos por los párrafos 44 a 48 del Anexo a la Decisión 13/CMP.1 relativos a la puesta a disposición del público de información no confidencial serán satisfechos por cada Parte de forma individualizada.
7. Los registros se ubicarán en una plataforma informática consolidada compartiendo las mismas infraestructuras tecnológicas. La arquitectura elegida implementa modalidades para asegurar que los registros nacionales consolidados son identificables, protegidos y distinguibles unos de otros de forma individualizada, especialmente:
 - a. En lo que se refiere al intercambio de datos, cada registro nacional se conecta al ITL de forma directa y establece un enlace de comunicación segura y distinguible a través de un canal de comunicación consolidado (túnel VPN);
 - b. El ITL sigue siendo la entidad responsable de la autenticación de los registros nacionales y de realizar el registro completo y final de todas las transacciones que impliquen unidades Kioto y otros procesos administrativos de tal manera que dichas actuaciones no pueden ser discutidas u obviadas;

- c. En lo que se refiere al almacenamiento de datos, la plataforma consolidada garantiza que los datos se mantienen confidenciales y protegidos frente a manipulaciones no autorizadas;
- d. La arquitectura de almacenamiento de datos también asegura que los datos relativos a un registro nacional son distinguibles e identificables individualmente de los datos relativos a otros registros mantenidos en la plataforma consolidada;
- e. Adicionalmente, cada registro nacional consolidado mantiene un acceso de usuarios distinto (url) y un conjunto de reglas de autorización y configuración independientes.

Tras la exitosa implementación de la plataforma CSEUR, los 28 registros nacionales afectados fueron re-certificados en junio de 2012 y trasladados de forma definitiva a la nueva plataforma el 20 de junio de 2012. Durante el proceso de puesta en marcha del nuevo sistema, todos los datos relativos a haberes y transacciones fueron migrados a la plataforma CSEUR y las conexiones individuales con el ITL fueron re-establecidas para cada Parte.

14.2.1.- Cambios en la información de contacto del administrador del registro (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.a)

Se han producido cambios en los datos de las personas de contacto, los cuales han sido comunicados al Secretariado de la Convención de conformidad con el procedimiento establecido para ello.

14.2.2.- Cambios en la información de colaboración con otras Partes (sistemas unificados) (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.b)

Los Estados Miembros de la UE que son también Parte del Protocolo de Kioto (25) junto con Islandia, Liechtenstein y Noruega decidieron operar sus registros nacionales de forma consolidada. El Sistema Consolidado de Registros de la UE fue re-certificado el 1 de junio de 2012 y abierto al público el 20 de junio de 2012.

La descripción completa del sistema consolidado fue proporcionada en la documentación común y específica de preparación, relativa al registro nacional de la UE y a todos los registros nacionales a consolidar, necesaria para dicho proceso de re-certificación. Esta descripción incluye:

- Cuestionario de preparación
- Sistema de acceso a la aplicación
- Procedimiento de gestión de cambios
- Plan de recuperación de los servicios del registro en caso de catástrofe

- Procedimiento de intervenciones manuales
- Plan de operaciones
- Roles y responsabilidades
- Plan de seguridad
- Plan de validación temporal
- Procedimientos de gestión de cambios de versión

Esta documentación será proporcionada de forma directa a los revisores del presente Informe de Inventario debido a su carácter confidencial.

Se ha establecido asimismo un Servicio Central de Atención al Usuario para apoyar a los administradores de registro del sistema consolidado. El nuevo servicio de atención al usuario actúa como un segundo nivel de apoyo al servicio de atención local proporcionado por las Partes a los usuarios del sistema. También juega un papel esencial en la comunicación con el Servicio de Atención al Usuario del ITL en relación a incidencias en la conectividad o en las reconciliaciones.

14.2.3.- Cambios en la estructura o capacidad de la base de datos del Registro Nacional (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.c)

En 2012, el registro de la UE ha sufrido una modificación sustancial a los efectos de cumplir con los nuevos requisitos introducidos por los Reglamentos (CE) nº 920/2010 y (UE) nº 1193/2011 adicionalmente a la implementación del Sistema Consolidado de Registros de la Unión Europea (CSEUR).

La descripción completa del sistema consolidado ha sido proporcionada en la documentación de preparación común y específica relativa al registro nacional de la UE y los registros nacionales a consolidar. Esta documentación será proporcionada de forma directa a los revisores del presente Informe de Inventario debido a su carácter confidencial.

Durante el proceso de certificación, el sistema consolidado fue objeto de exámenes de conectividad, fiabilidad de la conectividad, individualidad o diferenciabilidad e interoperabilidad a fin de probar su capacidad y conformidad con los Estándares de Intercambio de Datos (DES, por sus siglas en inglés). Todos los exámenes fueron realizados de manera exitosa y condujeron a la certificación del sistema el 1 de junio de 2012.

14.2.4.- Cambios de la manera en que el Registro Nacional cumple las normas técnicas para el intercambio de datos (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.d)

El cambio al Sistema Consolidado de Registros de la UE ha motivado cambios en el software y ha requerido un nuevo examen de conformidad del mismo. La descripción completa del sistema consolidado fue proporcionada en la documentación común y específica de preparación para el registro nacional de la UE y todos los registros nacionales a consolidar, necesaria para dicho proceso de re-certificación. Esta documentación será proporcionada de forma directa a los revisores del presente Informe de Inventario debido a su carácter confidencial.

Durante el proceso de certificación, el sistema consolidado fue objeto de exámenes de conectividad, fiabilidad de la conectividad, individualidad o diferenciabilidad e interoperabilidad, a fin de probar su capacidad y conformidad con los Estándares de Intercambio de Datos (DES, por sus siglas en inglés). Todos los exámenes fueron realizados de manera exitosa y condujeron a la certificación del sistema el 1 de junio de 2012.

14.2.5.- Cambios en los procedimientos empleados en el registro nacional español para reducir al mínimo las discrepancias (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.e)

El cambio al Sistema Consolidado de Registros de la UE ha motivado cambios asimismo en los procedimientos de reducción de discrepancias, tal y como se refleja en el documento actualizado sobre intervenciones manuales y el Plan de operaciones. La descripción completa del sistema consolidado fue proporcionada en la documentación común y específica de preparación para el registro nacional de la UE y todos los registros nacionales a consolidar, necesaria para dicho proceso de re-certificación. Esta documentación será proporcionada de forma directa a los revisores del presente Informe de Inventario debido a su carácter confidencial.

14.2.6.- Cambios en las medidas empleadas en el registro nacional para impedir manipulaciones no autorizadas y evitar los errores de los operadores (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.f)

El cambio al Sistema Consolidado de Registros de la UE ha motivado cambios asimismo en relación a la seguridad del sistema, tal y como se refleja en la versión actualizada del Plan de Seguridad. La descripción completa del sistema consolidado fue proporcionada en la documentación común y específica de preparación para el registro nacional de la UE y todos los registros nacionales a consolidar, necesaria para dicho proceso de re-certificación. Esta documentación será proporcionada de forma directa a los revisores del presente Informe de Inventario debido a su carácter confidencial.

14.2.7.- Cambios en la lista de la información accesible al público (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.g)

Se ha incorporado la información pública a la sección de Cambio Climático de la página web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en calidad de órgano responsable de la gestión del registro, tal y como se describe en el apartado 12.4.

14.2.8.- Cambios en la dirección en Internet (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.h)

La nueva dirección de acceso al registro nacional de España es:

<https://ets-registry.webgate.ec.europa.eu/euregistry/ES/index.xhtml>

14.2.9.- Cambios en de las medidas tomadas con objeto de garantizar la integridad de los datos almacenados y la recuperación de los servicios del registro en caso de catástrofe (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.i)

El cambio al Sistema Consolidado de Registros de la UE ha motivado cambios asimismo en las medidas de para garantizar la integridad de los datos, según se ha reflejado en la versión actualizada de Plan de recuperación de los servicios del registro en caso de catástrofe. La descripción completa del sistema consolidado fue proporcionada en la documentación común y específica de preparación para el registro nacional de la UE y todos los registros nacionales a consolidar necesaria para dicho proceso de re-certificación. Esta documentación será proporcionada de forma directa a los revisores del presente Informe de Inventario debido a su carácter confidencial.

14.2.10.- Cambios en los resultados de los procedimientos de prueba (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.j)

El 2 de octubre de 2012 se produjo una actualización del software en producción (denominada v.4), la cual incluyó las funcionalidades necesarias para realizar subastas de derechos del tercer periodo de comercio del régimen comunitario de comercio de derechos de emisión así como de derechos de aviación del segundo periodo, la incorporación de un nuevo tipo de cuenta (las cuentas de negociación) y los listados de cuentas de confianza. El listado de cuentas de confianza es una nueva adición al conjunto de medidas de seguridad disponibles en la plataforma CSEUR. Esta medida impide la realización de transferencias desde cuentas de haberes hacia cuentas que no hayan sido previamente designadas como cuentas de confianza por parte del titular de dicha cuenta de haberes.

14.3.- Información sobre recomendaciones de revisiones previas

En el borrador de la segunda parte del informe SIAR relativo a la completitud, elaborado en el 2012, se identifica un problema de compatibilidad de los navegadores al

tratar de visualizar y descargar la información pública relativa a haberes y transacciones establecida de conformidad con la Decisión 13/CMP.1 Anexo II párrafo 47 disponible en www.renade.es.

Dicho problema no ha podido ser abordado de forma directa en dicha página por el momento por lo que se ha optado por disponer la información asimismo en la página web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en su calidad de órgano administrativo encargado de la gestión del registro nacional, según se indica en el apartado 12.4.

15.- INFORMACIÓN SOBRE LA MINIMIZACIÓN DE EFECTOS ADVERSOS DE ACUERDO AL ART 3.14 DE PROTOCOLO DE KIOTO

Las actuaciones enumeradas en la pasada edición siguen en curso. A continuación se recoge la información adicional de España sobre la minimización de los posibles efectos adversos, del Artículo 3.14 del Protocolo de Kioto.

España continua apoyando y realizando numerosa actividades de cooperación en materia de tecnologías avanzadas poco emisoras de gases de efecto invernadero. Nuestras agencias participan activamente en diversas actividades, con especial atención a las energías renovables y más respetuosas con el medio ambiente. Entre otras agencias con numerosas actividades de colaboración se encuentran el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) y el Instituto Geológico Minero (IGME). Centrándonos en las acciones cabe destacar a continuación se recogen diversas actividades y proyectos apoyados y/o desarrollados por España.

Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC)

España continúa las actividades de promoción de iniciativas de capacitación y cooperación tecnológica en el contexto de la RIOCC¹.

Portal Regional para la Transferencia de la Tecnología y la Acción frente al Cambio Climático en América Latina y el Caribe (REGATTA)

España apoya y financia junto con otros donantes el proyecto REGATTA desarrollado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Se han realizado numerosos talleres y apoyado a diversos centros regionales, hay una web² oficial con la información más relevante.

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

Cabe mencionar finalmente la componente de transferencia tecnológica a través de proyectos MDL y programas de colaboración en I+D+i en energías renovables con otros países tanto desarrollados como en desarrollo. Todos los proyectos³ que han sido aprobados hasta la fecha se pueden consultar en la página del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, apartado de la Autoridad Nacional Designada (AND).

¹ www.lariocc.es

² <http://www.cambioclimatico-regatta.org/index.php/es/>

³ [http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mecanismos-de-flexibilidad-y-sumideros/6. Listado de proyectos aprobados 32 AND tcm7-161411.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mecanismos-de-flexibilidad-y-sumideros/6_Listado_de_proyectos_aprobados_32_AND_tcm7-161411.pdf)

Hasta la fecha (marzo 2013) la AND española ha concedido el informe de participación voluntaria a 254 proyectos. La mayoría de los proyectos aprobados por la AND de España corresponden a proyectos de energías renovables. Con este tipo de proyectos se relacionan en torno a la mitad de los aprobados por la AND, es decir 124 proyectos. El resto de proyectos aprobados hasta ahora, cuentan con las siguientes características: cerca de un 18 % de recuperación de gas de vertedero, un 18 % de proyectos de eficiencia energética, un 9% de sumideros forestales, un 5% de proyectos de sustitución de combustibles, un 2% de proyectos de incineración de HFC23.

Actuaciones y Proyectos singulares

A continuación se recogen los principales proyectos/actuaciones directamente relacionados con tecnologías avanzadas poco emisoras de gases de efecto invernadero, y/o tecnologías que capturen y almacenen gases de efecto invernadero, que incentiven su uso más amplio.

- Proyecto SOST-CO2: "Nuevas utilizaciones industriales sostenibles del CO2" y liderado por Carbueros Metálicos, ha supuesto una inversión superior a 26 millones de euros, con una co-financiación del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) de casi 12 millones de euros, una duración de 4 años (2008-2011) dando lugar a la firma de 46 contratos de investigación. El proyecto tiene una clara vertiente medioambiental, ya que, además de evitar emisiones de CO2 a la atmósfera, ha potenciado su uso en distintos sectores industriales, considerando el impacto medioambiental, y sustituyendo a otros productos o procesos más perjudiciales con el medio ambiente. Entre los logros obtenidos cabe destacar resultados de alto impacto científico y de clara aplicación industrial: el desarrollo de un método que permite la evaluación rápida de catalizadores para la reducción de CO2 y el desarrollo de sensores que determinan la cantidad en cultivos de microalgas; el crecimiento de microalgas como materia prima de biocombustibles renovables y de otros productos de alto valor añadido para la industria farmacéutica; el uso optimizado de CO2 en piscinas sustituyendo a compuestos clorados; y el uso del CO2 para desinsectación de alimentos.
- Proyecto CENIT VERDE: es un proyecto dedicado a la investigación y generación del conocimiento necesario para la futura fabricación y comercialización de vehículos ecológicos a España, básicamente híbridos enchufables (PHEV) y eléctricos (EV). Está subvencionado por el Ministerio dentro del Programa CENIT (Consortios Estratégicos Nacionales de Investigación Técnica) a través del CDTI. Participan 16 empresas del sector de automoción, infraestructura y energía, se desarrolla en un total de seis comunidades autónomas: Andalucía, Aragón, Cataluña, Madrid, País Vasco y Comunidad Valenciana y su presupuesto total es de 34M€.
- Proyecto ALGECO2: El Instituto Geológico Minero de España (IGME) dentro del Área de Geología del Subsuelo y almacenamiento de CO2, ha desarrollado un programa que se ha plasmado, durante los años 2009-2010 en el denominado "Plan de selección y caracterización de áreas y estructuras favorables para el Almacenamiento Geológico de CO2 en España", Plan ALGECO2. El Plan ha

recibido el apoyo financiero del Instituto para la Reestructuración de la Minería del Carbón y el Desarrollo Alternativo de las Comarcas Mineras IRMC, dependiente del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Las zonas y estructuras a estudiar se circunscriben a 4 grandes Dominios Geológicos terrestres.

Instalaciones científico-técnicas de referencia

- Centro Nacional de Energías Renovables (CENER): Es un centro tecnológico, ubicado en la Comunidad de Navarra, especializado en la investigación aplicada, el desarrollo y fomento de las energías renovables y cuenta con seis líneas principales de actuación: Eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, biomasa, bioclimática e integración en red de tecnologías renovables, abarcando sus actividades todo el proceso de generación: determinación del recurso, desarrollo de la tecnología, evaluación de riesgos tecnológicos y de viabilidad económica de los proyectos, integración en el sistema, etc. Los objetivos de CENER son apoyar la actividad de I+D+i en energías renovables y contribuir a su penetración en el sistema energético mediante la generación de las herramientas y la prestación de los servicios necesarios para solventar los problemas técnicos y de relación entre los diferentes agentes del sistema, combinando la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la transferencia de Tecnología con la prestación de servicios de asistencia técnica y consultoría a las empresas.
- Plataforma Solar de Almería: La Plataforma Solar de Almería (PSA), perteneciente al Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), es el mayor centro europeo de I+D en tecnología solar de concentración. La PSA está reconocida como Instalación Científica y Tecnológica Singular (ICTS) por el Ministerio de Ciencia e Innovación y como "Large-Scale Research Facility" por parte de la Comisión Europea. Además es integrante del Laboratorio Asociado Europeo de Energía Solar (SolLAB). En la actualidad se estudian otras aplicaciones térmicas aparte de la producción de electricidad.
- Plataforma de Investigación en Recursos Hídricos: Su objetivo será la promoción y el apoyo al desarrollo de la I+D+i en el uso y gestión de los recursos hídricos y tecnología del agua, con especial énfasis en los problemas relacionados con la escasez del agua. Complementará la labor de otros organismos de investigación de la zona en materia de optimización y uso sostenible de este recurso. Los estudios tratarán acerca de la reutilización y minimización de vertidos y obtención de agua dulce, con el objeto de aminorar el impacto de fenómenos como la erosión, la desertificación y la sequía.

Plataformas Tecnológicas

En las Plataformas Tecnológicas Europeas (European Technology Platforms–ETP), se dan cita todas las partes interesadas, dirigidas por la industria, para definir los objetivos de investigación y de desarrollo tecnológico a medio y largo plazo. Las Plataformas Tecnológicas Españolas suponen un interesante y exitoso instrumento de refuerzo y complemento de las europeas e intrnacionales y permiten encaminar

esfuerzos hacia un escenario más comprometido, planificado y estructurado de la innovación. En ámbito de la energía, hay 10 Plataformas Tecnológicas Españolas:

- Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible www.ptehpc.org
- Plataforma Española de Redes Eléctricas. FUTURED www.futured.es
- Plataforma Tecnológica del Sector Eólico - REOLTEC www.reoltec.net
- Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa. BIOPLAT www.bioplat.org
- Plataforma Tecnológica Española del CO2 www.pteco2.es
- Plataforma Tecnológica Española de Eficiencia Energética www.ptee-ee.org
- Plataforma Tecnológica Española de Geotermia. GEOPLAT www.geoplat.org
- Plataforma Tecnológica de Energía Solar de Concentración www.solarconcentra.org
- Plataforma Tecnológica de Energía Nuclear de Fisión - CEIDEN
- Plataforma Tecnológica Española Fotovoltaica

Séptimo Programa Marco (7º FP)

La participación española en actividades o iniciativas incluye la participación en el SET PLAN.

En 2007 se lanza el SET Plan (Strategic Energy Technology Plan) como pilar tecnológico de las políticas climáticas y energéticas, cuyo máximo objetivo es acelerar el despliegue comercial de las tecnologías de bajo carbono y afianzar el liderazgo de la UE en el sector de tecnologías limpias. El SET PLAN trabaja a dos niveles: industria (a través de las European Industrial Initiatives, EII) y comunidad científica (a través de la European Energy Research Alliance, EERA).

A las tecnologías identificadas en un primer momento: Energía solar de concentración; Energía eólica; Energía fotovoltaica; Biocombustibles; Captura y almacenamiento de CO2; Pilas de Hidrógeno; Redes Inteligentes de energía y Eficiencia Energética, se añaden nuevas tecnologías como por ejemplo energía oceánica o energía geotérmica. que empiezan a desarrollar planes de implementación. El marco de financiación del SET Plan es el 7FP (7º Programa Marco) además de CIP-EIE, EEPR y NER 300).

La Participación española en SET Plan incluye la presencia de España en el Steering Group y la coordinación con representantes del Comité de Programa FP7 (CDTI), además de la presencia de expertos españoles en los EII Teams, la creación del Grupo Nacional de trabajo de SET Plan con representantes de MICINN, CDTI.

CIUDEN (Fundación Ciudad de la Energía)

Iniciativa en colaboración con el CIEMAT, organismo dependiente del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, ha puesto en marcha un Programa de Captura de CO₂, en su centro experimental de Desarrollo de Tecnologías de Captura de CO₂ (es.CO₂), ubicado en Cubillos del Sil (León), completando con éxito el proceso completo de captura de CO₂, vía oxidcombustión en caldera de lecho fluido circulante (LFC), tras poner en marcha el sistema de purificación y compresión de CO₂ (CPU). Proyecto Compostilla, iniciativa de investigación, desarrollo tecnológico e innovación sobre tecnologías de captura y almacenamiento de CO₂ (CAC) más importante de España, tanto por cuantía como por las entidades implicadas. Lo ejecutan la Fundación, Endesa y Foster Wheeler.

La Fundación tiene en estos momentos contratos con la Comisión Europea en el ámbito del 7º Programa Marco de Investigación y el Plan Energético para la Recuperación Económica para un conjunto de proyectos de desarrollo de gran importancia entre los que destacan: el Proyecto Flexiburn CFB; incluido en el Séptimo Programa Marco de la Unión Europea. La Fundación trabaja en la validación de la tecnología por oxidcombustión en lecho fluido circulante (LFC), una tecnología de alto rendimiento y flexibilidad de operación. El proyecto MACPLUS, incluido en el Séptimo Programa Marco de la Unión Europea para la mejora tecnológica de los componentes de las calderas oxidcombustión. ECCSEL, infraestructura Europea para Captura y Almacenamiento de Dióxido de Carbono para reducir los niveles de emisión de CO₂. RELCOM, incluido en el Séptimo Programa Marco de la Unión Europea para la mejora tecnológica de los componentes de las calderas de carbón pulverizado en oxidcombustión. La Fundación colabora con aproximadamente 13 instituciones y empresas europeas de primer nivel. R&DIALOGUE, tiene como objetivo la puesta en práctica de un conjunto de acciones a nivel nacional y europeo para establecer los mecanismos de participación y diálogo entre organizaciones de I+D y la sociedad civil, en relación a las opciones tecnológicas para avanzar hacia una economía baja en carbono, que implique una reducción de las emisiones de CO₂. DOTGe, Demostración y Optimización de la Tecnología de Gasificación de Biomasa en Lecho Fluido Burbujeante para la generación de energía eléctrica.

La Alianza por la Investigación y la Innovación Energéticas (ALINNE)

Alinne es un gran pacto nacional público-privado, que nace con el reto de reforzar el liderazgo internacional de España en energía. Con el objetivo de estimular y coordinar la participación española en la Alianza Europea de Investigación en Energía (EERA), impulsada inicialmente por los centros públicos de I+D europeos más relevantes en este campo. Esta iniciativa agrupa a gran parte del sector privado y público europeo y se ha convertido en un instrumento esencial para la puesta en marcha del Plan Estratégico en Tecnologías Energéticas (SET-Plan); así como el de favorecer la coordinación y participación en iniciativas internacionales, especialmente a nivel europeo, por ejemplo, los Programas Marco, las Iniciativas Industriales Europeas (EII), las Iniciativas Tecnológicas Conjuntas (JTI), las Plataformas Tecnológicas Europeas (ETP) o las Knowledge and Innovation Communities (KIC). También busca estimular y coordinar la participación española en la Alianza Europea de Investigación en Energía (EERA).

NER 300

Financiación de proyectos de demostración de captura y almacenamiento geológico de carbono y de renovables innovadoras (NER300)

La Directiva 2009/29/CE prevé que 300 millones de derechos de emisión se destinen a financiar proyectos de demostración de captura y almacenamiento geológico de carbono y de renovables innovadoras.

Las reglas básicas que rigen este mecanismo de financiación quedan establecidas en la Decisión de la Comisión 2010/670, de 3 de noviembre. Es un programa de carácter comunitario, en el que no obstante se permite que los Estados Miembros que impongan criterios de selección adicionales para los proyectos ubicados en su territorio.

Con fecha 9 de noviembre de 2010 la Comisión lanzó la convocatoria correspondiente al primer tramo de ayudas, que se financiarán con los fondos que se obtengan con la venta de 200 millones de derechos de emisión. La convocatoria establecía un plazo de tres meses para que los promotores interesados presentaran las solicitudes de financiación a las autoridades competentes del Estado miembro donde se ubicara el proyecto. Seguidamente cada Estado miembro debía evaluar el cumplimiento de los criterios establecidos en la convocatoria y decidir qué proyectos apoyaba.

En el caso de España se constituyó una comisión de evaluación con representación de los Departamentos con competencias en materia de Medio Ambiente, Energía e Innovación Tecnológica, Economía así como de Presidencia del Gobierno. Asimismo, se establecieron criterios de valoración para determinar qué solicitudes recibirían el apoyo del Estado y, en consecuencia, serían remitidos al Banco Europeo de Inversiones para que allí continuara la tramitación para la selección de los proyectos elegidos. Finalmente, mediante resolución de 9 de mayo de 2011 de la entonces Secretaria de Estado de Cambio Climático se acordó apoyar tres proyectos, que fueron transmitidos al Banco Europeo de Inversiones para ser sometidos a la siguiente fase del proceso de selección. Estos tres proyectos fueron: "ZEFIR", promovido por IREC: energía eólica marina con sistema eólico flotante en alta mar; "PTC50-Alvarado", promovido por Acciona Energía, S.A.: energía solar de concentración con sistema de torre y "LignoBiohol", promovido por Abengoa Bioenergía Nuevas Tecnologías, S.A.: biocombustibles de segunda generación.

El 18 de diciembre de 2012 la Comisión adoptó una Decisión determinando los proyectos ganadores en la primera convocatoria de ayudas. Entre los proyectos adjudicatarios está el promovido por Acciona Energía, S.A.

Cooperación internación en materia de eficiencia energética y energías renovables

España a través del Instituto de Diversificación y Ahorro Energético (IDAE) desarrolla numerosas actividades de cooperación internacional.

Parte de las actividades se centran en la participación en las iniciativas internacionales y multilaterales y las organizaciones en representación del Gobierno español y, por otra parte, en otras actividades tales como la cooperación y la asistencia técnica en diferentes áreas geográficas.

En cuanto a la participación en las iniciativas y organizaciones internacionales, IDAE realiza un seguimiento y participa en las reuniones de la Agencia Internacional de

Energías Renovables (IRENA) (www.irena.org), que fue fundada en 2009 en Bonn (Alemania). Su origen está en una iniciativa alemana apoyada por Dinamarca y España. IRENA aspira a convertirse en la principal fuerza motriz en la promoción de una transición hacia el uso de energías renovables a escala global.

IDAE también trabaja en tres de las trece iniciativas enmarcadas bajo el Clean Energy Ministerial (CEM) (www.cleanenergyministerial.org). España lidera, junto con Alemania y Dinamarca la iniciativa denominada Grupo de Trabajo Multilateral sobre las energías solar y eólica. El atlas solar y eólico, así como las actividades de creación de capacidades se están desarrollando dentro de esta iniciativa.

Otros foros donde IDAE participa como representante nacional son la Agencia Internacional de Energía (AIE), la Alianza para la Electrificación Rural (ARE), la Asociación Mundial de la Bioenergía (GBEP) y la Red de Políticas de Energía Renovable para el siglo 21 (REN21), entre otros.

Regiones prioritarias de colaboración IDAE son América Latina y el Mediterráneo. Se han llevado a cabo varios proyectos de cooperación tecnológica en América Latina, como el proyecto Tech4CDM (www.tech4cdm.com), ha mantenido colaboraciones bilaterales con la mayoría de los países líderes de la región y tiene contacto con las organizaciones pertinentes, como es el caso de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

España participa activamente en el Plan Solar Mediterráneo, siendo uno de los seis proyectos prioritarios de la Unión por el Mediterráneo (UpM). El Plan Solar Mediterráneo tiene como objetivo la implementación de 20 GW de producción adicional de electricidad renovable para 2020 en la costa sur, así como las infraestructuras necesarias para la interconexión con Europa. El Plan también contempla medidas de ahorro de energía y eficiencia, junto con la transferencia de tecnología. Además, el IDAE participa en proyectos de la Cooperación Española o cofinanciados con fondos de la UE, así como las actividades de cooperación bilateral con los países de la región del Mediterráneo como Argelia, Egipto, Libia, Siria, Túnez y Marruecos en particular. IDAE es también miembro fundador de la Asociación Mediterránea de Agencias Nacionales de Conservación de Energía (MEDENER) (www.medener.net).

En cuanto a Asia, también se mantiene una importante colaboración con varios países, entre ellos China, Corea e India. Diferentes actividades se llevan a cabo durante el 2011 y 2012 en el marco de cada uno de los Memorando de Entendimiento (MoU) que el Gobierno español ha firmado con los países respectivos.

En África, además de los países mediterráneos, se ha estado colaborando desde 2010 en la puesta en marcha del Centro Regional de Energía Renovable y Eficiencia Energética (ECREEE) (www.ecreee.org) de la Comunidad Económica de los Estados del África Occidental (CEDEAO), que tiene como objetivo promover las energías renovables y la eficiencia energética en los quince países de la CEDEAO agrupación. ECREEE ha recibido el apoyo financiero e institucional de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

Por último, es importante destacar la interacción entre el IDAE y otros países a través de las Oficinas Económicas y Comerciales de las Embajadas de España.

ANEXO 1.- CATEGORÍAS CLAVE

Con el objetivo de optimizar la asignación de recursos para mejorar la exactitud y precisión de las estimaciones del inventario de emisiones, es necesario jerarquizar las actividades objeto de estimación en función de su contribución a la incertidumbre del inventario, desarrollando procedimientos de estimación más precisos en las categorías que se revelen como clave o prioritarias.

En este sentido, la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC define una fuente de emisión como clave si puede ejercer una influencia significativa en la estimación, ya sea en el valor absoluto o en la tendencia de las emisiones. En la GBP-LULUCF 2003 de IPCC se establece ya la distinción entre “categoría clave” y “fuente clave”. El primer término es más comprensivo que el segundo, pues incluye tanto “fuentes” como “sumideros”, mientras el segundo sólo se refiere a las fuentes emisoras. Esta distinción se ha mantenido en la Guía 2006 IPCC.

Ambas referencias metodológicas establecen dos posibles enfoques para construir la jerarquía entre las categorías: el enfoque de nivel 1, que se establece exclusivamente en función de los niveles de emisión y el enfoque de nivel 2, más elaborado, que pondera el nivel de emisión con la incertidumbre de su estimación. Este enfoque de nivel 2, que se considera el más adecuado, es el que ha sido aplicado por España en esta edición del Inventario.

Relación de categorías analizadas

La identificación de categorías clave se ha realizado para el conjunto de categorías del inventario, incluyendo y excluyendo el sector LULUCF (LULUCF-Convenio)¹. Con relación al sector LULUCF se ha diferenciado entre LULUCF-Convenio y LULUCF-PK. El primero es relevante desde el punto de vista general de la descarga de gases a la atmósfera, mientras que el segundo tiene su interés específico en la evaluación del cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Kioto. En virtud de ello la identificación de las categorías clave de LULUCF-Convenio se ha realizado de manera agregada para el conjunto del inventario (incluyendo LULUCF-Convenio); mientras para LULUCF-PK se ha realizado complementariamente una identificación de categorías clave específica para su cobertura de actividades.

Los criterios adoptados en la presente edición responden a los principios establecidos en la GBP-LULUCF 2003 de IPCC, que en todo caso deja un amplio margen para incorporar consideraciones nacionales. Entre los elementos específicamente nacionales, se han considerado relevantes para la identificación de las categorías clave, con el objetivo de

¹ Se ha suprimido el análisis conjunto de las actividades del inventario con LULUCF-PK debido a que el ámbito y requerimientos de los protocolos difieren, observándose inclusive la coexistencia de ciertas actividades (emisoras), en concreto de la quema de residuos agrícolas, en ambos conjuntos (categoría IPCC 4F para Convenio Marco de Cambio Climático y categoría B2 para el Protocolo de Kioto).

permitir un análisis más pormenorizado de actividades significativas del inventario, los siguientes:

- Las emisiones de CO₂ por combustión dentro del Sector Energía (excluyendo las originadas por transporte) se han desglosado cruzando el grupo de combustibles, según clasificación en grandes categorías: sólidos, líquidos, gaseosos y otros, con las siguientes subcategorías: centrales térmicas (1A1a), refinerías de petróleo (1A1b), transformación de combustibles sólidos (1A1c), sector industria (1A2) y otras fuentes (1A4). De forma análoga las emisiones de CH₄ y de N₂O se han discriminado por grupo de combustible y fuente de actividad emisora, estableciendo en este caso las siguientes subcategorías: generación de energía y transformación de combustibles (1A1), sector industria (1A2) y otras fuentes (1A4).
- Dentro del tráfico por carretera, las emisiones de CO₂ se han desagregado en tres grandes categorías en función del tipo de combustible, analizando por separado las aportaciones de los vehículos diesel, de los vehículos de gasolina y del parque de combustibles gaseosos (gas natural y GLP).
- Con relación a las emisiones fugitivas en el Sector Energía, se han diferenciado las emisiones para cada una de las subcategorías que la componen, combustibles sólidos (1B1) y productos petrolíferos y gas (1B2), por tipo de contaminante, CO₂ y CH₄.
- Para asegurar un análisis exhaustivo del inventario se ha ampliado el índice de categorías expuestas en la tabla 7.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC adaptándola a la relación de fuentes emisoras nacionales de contaminantes con poder de calentamiento atmosférico. En el conjunto de nuevas categorías incluidas con este objeto cabe señalar la presencia de actividades identificadas como fuentes clave por su valor absoluto y/o su tendencia, entre otras:
 - Producción de dolomita y piedra caliza (2A3) por el gas CO₂
 - Otros procesos industriales, donde se excluyen la producción de cemento (2A1), cal (2A2), dolomita y piedra caliza (2A3), y siderurgia (2C1), por el gas CO₂
 - Consumo de halocarburos y SF₆ (2F) por los gases HFC y PFC
 - Uso de disolventes y de otros productos (3) por el gas CO₂
 - Emisiones de suelos agrícolas asociadas a producción animal (4D2) por N₂O

Análisis cuantitativo

Para desarrollar el análisis cuantitativo se ha evaluado la significación de una categoría en el inventario con las medidas definidas en la Guía 2006 IPCC (ecuaciones 4.1 a 4.4). A partir de las funciones propuestas se calcula para cada categoría una distancia a

los valores absolutos totales (a la tendencia global con respecto al año de referencia 90/95²) del inventario. Mediante la ordenación decreciente de las distancias asociadas se determina una relación de las categorías en función de su influencia al nivel (tendencia) del inventario, definiendo como clave por nivel (tendencia) aquellas categorías contempladas dentro de los umbrales prefijados en la Guía 2006 IPCC (apartados 4.3.1 y 4.3.2).

Desde un punto de vista operativo la citada guía establece dos enfoques o niveles para abordar la identificación de las categorías clave. El enfoque de nivel 1 se orienta a determinar la influencia que, ya sea en valor absoluto o en la tendencia de la serie, una categoría puede ejercer sobre la incertidumbre de la estimación global del inventario, pero sin necesidad de acudir a procedimientos formales de análisis de la incertidumbre. El enfoque de nivel 2 hace un planteamiento similar pero contando con que se dispone de la información previa derivada de un análisis formal de la incertidumbre. En la edición actual del inventario, la identificación de categorías clave se ha realizado de forma complementaria, con los enfoques de nivel 1 y nivel 2, considerando una categoría clave para el inventario si ha sido identificada como tal en alguno de los dos niveles.

A continuación se presenta una descripción más detallada de las características operativas distintivas de cada uno de los dos enfoques mencionados.

² “Año de referencia 90/95”, 1995 para los compuestos fluorados y 1990 para el resto de contaminantes, de la edición actual del inventario. Se reserva el término “año base” para referirse al año de referencia 90/95 de la edición 2006, serie 1990-2004, del inventario, edición verificada en 2007 por el equipo comisionado al efecto por la SCMCC y en la que quedó fijada la Cantidad Asignada que se tomará como referencia para evaluar el cumplimiento, por parte de España, de su compromiso con el Protocolo de Kioto en el periodo 2008-2012.

Análisis cuantitativo de nivel 1

En este enfoque, los cálculos, con las métricas de la Guía 2006 IPCC³, se han centrado en el año de referencia 90/95 y el último año cubierto en el inventario, año 2011. Así, en el presente informe una categoría ha sido considerada clave con el nivel 1 del análisis cuantitativo si ha sido identificada clave en valor absoluto para el año base⁴, véanse tablas A1.1, A.1.7 y A.1.13, o clave, ya sea en valor absoluto o tendencia, para el año 2011, véanse tablas A1.2, A.1.8 y A.1.14, con los resultados del análisis en términos del valor absoluto, y las tablas A1.3, A.1.9 y A.1.15, para el análisis en tendencia.

Los umbrales fijados para las funciones acumuladas de contribución a las valoraciones del nivel (y tendencia) pretenden recoger con el conjunto de las actividades incluidas un porcentaje del orden del 90% de la incertidumbre conjunta del inventario. En la edición actual se han adoptado los umbrales del 95%, propuestos por defecto en la Guía 2006 IPCC⁵.

Atendiendo a las recomendaciones de la Guía 2006 IPCC la relación de categorías clave por nivel para el año 2011 se ha extendido incorporando categorías clave para años precedentes (periodo 2008-2010) cuya contribución acumulada para el año 2011 se sitúe

³ Las métricas respectivas para el valor absoluto y para la tendencia corresponden a las fórmulas (1) y (2) siguientes:

$$(1) \quad L_{x,t} = \frac{|E_{x,t}|}{\sum_j |E_{y,t}|}$$

$$(2) \quad T_{x,t} = \begin{cases} L_{x,0} * \left| \frac{(E_{x,t} - E_{x,0})}{|E_{x,0}|} - \frac{(E_t - E_0)}{|E_0|} \right| & \text{si } |E_{x,0}| > 0 \\ \frac{|E_{x,t}|}{\sum_j |E_{y,t}|} & \text{si } |E_{x,0}| = 0 \end{cases}$$

donde:

$L_{x,t}$ es la valoración de nivel para la categoría x en el año t

$T_{x,t}$ es la valoración de tendencia para la categoría x en el año t

$E_{x,t}$ y $E_{x,0}$ son las estimaciones de emisiones para la categoría x en el año t y año 0, respectivamente

E_t y E_0 son los totales estimados para el inventario en el año t y año 0, respectivamente

0 es aquí el "año de referencia 90/95" (véase nota anterior).

⁴ Año de referencia 90/95 para el análisis de categorías clave del inventario (incluyendo y excluyendo LULUCF-Convenio) y año 1990 para el análisis de categorías clave del sector LULUCF-PK.

⁵ Estudios desarrollados y publicados en "Methodological Choice in Inventory Preparation. Suggestions for Good Practice Guidance" (Flugrud, 1999), comparando las fracciones acumuladas de las valoraciones de nivel/tendencia con las fracciones de incertidumbre en inventarios de diversos países, mostraban que una razonable aproximación al 90% de la incertidumbre total del inventario era cubierta seleccionando un umbral del 95% en las valoraciones.

próxima al umbral prefijado del 95%, en concreto dentro del rango comprendido entre el 95% y el 97%.

Análisis cuantitativo de nivel 2

El procedimiento de nivel 2 se ha implementado para el último año cubierto en el inventario, año 2011, con las métricas de la Guía 2006 IPCC⁶, presentándose en la tabla A1.5, A.1.11 y A.1.17, para el valor absoluto, y en las tablas A1.6, A.1.12 y A.1.18, para la tendencia, los resultados obtenidos con tales cálculos. Así, en el presente informe una categoría ha sido considerada clave con el nivel 2 del análisis cuantitativo si ha sido identificada clave, ya sea en valor absoluto o en tendencia, para el año 2011. Análogamente, para el año base⁷ se ha desarrollado un análisis de categorías clave por nivel, tal y como aparece reflejado en las tablas A1.4, A.1.10 y A.1.16.

En la edición actual se han tomado los umbrales del 90%, fijados por defecto en la Guía 2006 IPCC, para las funciones acumuladas de contribución a las valoraciones del nivel (y tendencia) con incertidumbre⁸.

Análisis cualitativo

Además de la calificación, según proceda, de una categoría como clave respecto al valor absoluto y/o la tendencia, en términos cuantitativos, son de interés también en algunos casos juicios cualitativos respecto a aquellas categorías que, adicionalmente a los criterios de nivel y/o tendencia, merecen atención por otros posibles motivos como candidatas a ejercer una influencia significativa sobre las estimaciones globales del inventario. En este caso se encuentran, entre otras, las siguientes categorías:

⁶ Las métricas respectivas para el valor absoluto y para la tendencia corresponden a las fórmulas (1) y (2) siguientes:

$$(1) \quad LU_{x,t} = \frac{(L_{x,t} \cdot U_{x,t})}{\sum_y (L_{y,t} \cdot U_{y,t})}$$

$$(2) \quad TU_{x,t} = T_{x,t} \cdot U_{x,t}$$

donde:

$LU_{x,t}$ es la valoración de nivel para la categoría x en el año t con incertidumbre

$TU_{x,t}$ es la valoración de tendencia para la categoría x en el año t con incertidumbre

$L_{x,t}$ es la valoración de nivel para la categoría x en el año t

$T_{x,t}$ es la valoración de tendencia para la categoría x en el año t

⁷ Año de referencia 90/95 para el análisis de categorías clave del inventario (incluyendo y excluyendo LULUCF-Convenio) y año 1990 para el análisis de categorías clave del sector LULUCF-PK y del inventario con el sector LULUCF-PK.

⁸ Dado que la valoración de nivel con incertidumbre, LU, aplica un factor reductor a la contribución de la categoría a la incertidumbre global del inventario (véase Anexo 7 del presente documento), bajo el supuesto de correlaciones poco significativas entre categorías, el conjunto de categorías clave por valor absoluto con el nivel 2 concentran más del 90% de la incertidumbre estimada para la totalidad del inventario.

- en los sectores de Energía y Procesos se continua con el estudio de la distribución por sector-proceso del uso no energético de combustibles, priorizando los de: i) gas natural y ii) coque de petróleo, por ser en estos combustibles donde el ERT en la edición 2010 y edición 2011 ha recomendado una estimación afinada de las fracciones que de los mismos quedan retenidas en productos versus las que dan origen a emisiones de CO₂. Esta investigación tiene como objeto final la comparación entre el enfoque sectorial y el enfoque de referencia.
- las emisiones de N₂O del tráfico por la sensibilidad mostrada por el factor de emisión ante el contenido de azufre de las gasolinas, y que se evidencia en una reducción muy importante en los niveles de emisiones en el entorno del año 2000;
- la determinación de la contribución en el tráfico marítimo del segmento doméstico respecto al tráfico total (nacional más internacional), dado que los consumos imputados por el inventario al tráfico marítimo nacional, basados en información disponible de la asociación nacional de navieros, divergen significativamente de las cifras reportadas en los balances energéticos internacionales, AIE o EUROSTAT;
- el uso de HFC en las actividades de frío y refrigeración en las cuales se dispone de información escasa sobre la variable de actividad y donde, además, es presumible que se registre una expansión en el futuro a medida que los HFC desplacen en el uso a otras clases de gases, tales como CFC y HCFC, según estas últimas clases de gases finalicen sus periodos de posibilidad de utilización;
- en el sector LULUCF se apunta la incidencia potencial que pueda tener la estimación de los flujos de emisión / absorción en el depósito de carbono orgánico de los suelos (COS) por la propia incertidumbre en los valores de COS y, en particular, los flujos de las prácticas conservadoras por la extensión de la agricultura de conservación. La estimación de estos flujos está pendiente de levantar y preparar la información de base correspondiente.

Estas categorías de actividades serán objeto de investigación especial en las próximas ediciones del inventario.

Interesa señalar que el desarrollo de los capítulos sectoriales (capítulo 3 “Energía”; capítulo 4 “Procesos Industriales”; capítulo 5 “Uso de disolventes y otros productos”; capítulo 6 “Agricultura”; capítulo 7 “Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura”; y capítulo 8 “Residuos”) del inventario incluye el análisis de todas las categorías clave aquí identificadas.

Conviene por último dejar constancia de que la información sobre las categorías clave presentada en los capítulos 3 a 6 y 8 del NIR (que corresponde a los sectores distintos de LULUCF) se ha elaborado considerando exclusivamente las actividades de estos sectores.

Tabla A1.1.- Contribución por actividades al “Nivel” con un análisis de nivel 1 (sin LULUCF) – Año referencia 90/95

Categorías IPCC		Combustible	Gas	Gg CO2eq	Contribución ⁽¹⁾	Acumulado ⁽²⁾
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólidos	CO2	57.777,54	20,3	20,3
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO2	26.032,94	9,1	29,4
1A3b	Transporte por carretera	Diésel	CO2	25.089,34	8,8	38,2
1A2	Combustión - Sector industria	Líquidos	CO2	24.692,96	8,7	46,9
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquidos	CO2	21.718,82	7,6	54,5
1A2	Combustión - Sector industria	Sólidos	CO2	13.283,93	4,7	59,2
2A1	Producción de cemento		CO2	12.279,01	4,3	63,5
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH4	11.120,26	3,9	67,4
1A1b	Refino de petróleo	Líquidos	CO2	10.860,82	3,8	71,2
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N2O	9.284,90	3,3	74,4
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseosos	CO2	8.494,20	3,0	77,4
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N2O	7.049,11	2,5	79,9
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Líquidos	CO2	6.006,63	2,1	82,0
4B	Gestión de estiércol		CH4	5.172,30	1,8	83,8
6A	Depósito en vertederos		CH4	5.103,44	1,8	85,6
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88	1,6	87,2
2B2	Producción de ácido nítrico		N2O	2.800,03	1,0	88,2
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales		CO2	2.737,66	1,0	89,2
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N2O	2.472,63	0,9	90,0
2C1	Producción de hierro y acero		CO2	2.428,33	0,9	90,9
1A4	Combustión - Otros sectores	Sólidos	CO2	2.282,29	0,8	91,7
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras	Sólidos	CO2	1.847,39	0,6	92,3
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos		CH4	1.817,54	0,6	93,0
1A3a2	Aviación civil		CO2	1.761,51	0,6	93,6
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural		CO2	1.656,24	0,6	94,2
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO2	1.499,79	0,5	94,7
4B	Gestión de estiércol		N2O	1.344,78	0,5	95,2

SUBTOTAL**271.252,26****TOTAL****285.022,12****PORCENTAJE DEL TOTAL****95,2%**

(1). Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del inventario.

(2). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del inventario.

Tabla A1.2.- Contribución por actividades al “Nivel” con un análisis de nivel 1 (sin LULUCF) – Año 2011

Categorías IPCC		Combustible	Gas	Gg CO2eq	Contribución ⁽¹⁾	Acumulado ⁽²⁾
1A3b	Transporte por carretera	Diésel	CO2	62.814,30	17,9	17,9
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólidos	CO2	42.684,38	12,2	30,1
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseosos	CO2	30.018,58	8,6	38,7
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquidos	CO2	22.347,97	6,4	45,0
1A2	Combustión - Sector industria	Líquidos	CO2	21.138,27	6,0	51,1
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Gaseosos	CO2	21.074,35	6,0	57,1
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO2	15.846,33	4,5	61,6
6A	Depósito en vertederos		CH4	11.897,46	3,4	65,0
1A4	Combustión - Otros sectores	Gaseosos	CO2	11.100,50	3,2	68,2
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH4	10.515,40	3,0	71,2
2A1	Producción de cemento		CO2	9.522,69	2,7	73,9
1A1b	Refino de petróleo	Líquidos	CO2	8.914,26	2,5	76,4
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N2O	8.513,13	2,4	78,9
2F	Consumo de halocarburos y SF6		HFC&PFC	8.133,45	2,3	81,2
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Líquidos	CO2	7.539,72	2,2	83,3
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N2O	6.713,40	1,9	85,2
4B	Gestión de estiércol		CH4	6.611,30	1,9	87,1
1A2	Combustión - Sector industria	Sólidos	CO2	5.547,34	1,6	88,7
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO2	3.812,37	1,1	89,8
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales		CO2	3.625,04	1,0	90,8
1A3a2	Aviación civil		CO2	3.337,70	1,0	91,8
1A1b	Refino de petróleo	Gaseosos	CO2	2.711,05	0,8	92,6
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural		CO2	2.536,63	0,7	93,3
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N2O	2.501,84	0,7	94,0
4B	Gestión de estiércol		N2O	1.654,11	0,5	94,5
2C1	Producción de hierro y acero		CO2	1.539,02	0,4	94,9
2A2	Otros procesos industriales		CO2	1.468,11	0,4	95,3

SUBTOTAL**334.118,70****TOTAL****350.483,69****PORCENTAJE DEL TOTAL****95,3%**

(1). Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del inventario.

(2). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del inventario.

Tabla A1.3.- Contribución por actividades a la “Tendencia” con un análisis de nivel 1 (sin LULUCF) – Año 2011

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO ₂ -eq Año de referencia 90/95	Gg CO ₂ -eq 2011	Tendencia (1)	Contribución (2)	Acumulado (3)
1A3b	Transporte por carretera	Diésel	CO2	25.089,34	62.814,30	0,112	14,9	14,9
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólidos	CO2	57.777,54	42.684,38	0,100	13,3	28,2
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Gaseosos	CO2	437,08	21.074,35	0,072	9,6	37,8
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseosos	CO2	8.494,20	30.018,58	0,069	9,2	47,0
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO2	26.032,94	15.846,33	0,057	7,6	54,5
1A2	Combustión - Sector industria	Sólidos	CO2	13.283,93	5.547,34	0,038	5,0	59,6
1A4	Combustión - Otros sectores	Gaseosos	CO2	1.318,59	11.100,50	0,033	4,4	64,0
1A2	Combustión - Sector industria	Líquidos	CO2	24.692,96	21.138,27	0,032	4,3	68,3
2F	Consumo de halocarburos y SF6		HFC&PFC	8,02	8.133,45	0,029	3,8	72,1
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88	53,59	0,020	2,6	74,7
6A	Depósito en vertederos		CH4	5.103,44	11.897,46	0,020	2,6	77,4
2A1	Producción de cemento		CO2	12.279,01	9.522,69	0,020	2,6	80,0
1A1b	Refino de petróleo	Líquidos	CO2	10.860,82	8.914,26	0,016	2,1	82,1
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquidos	CO2	21.718,82	22.347,97	0,015	2,0	84,1
2B2	Producción de ácido nítrico		N2O	2.800,03	258,36	0,011	1,5	85,6
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH4	11.120,26	10.515,40	0,011	1,5	87,1
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N2O	9.284,90	8.513,13	0,010	1,4	88,4
1A1b	Refino de petróleo	Gaseosos	CO2	45,08	2.711,05	0,009	1,2	89,7
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO2	1.499,79	3.812,37	0,007	0,9	90,6
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N2O	7.049,11	6.713,40	0,007	0,9	91,5
1A4	Combustión - Otros sectores	Sólidos	CO2	2.282,29	865,12	0,007	0,9	92,4
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos		CH4	1.817,54	629,45	0,006	0,8	93,2
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras	Sólidos	CO2	1.847,39	699,36	0,006	0,7	93,9
2C1	Producción de hierro y acero		CO2	2.428,33	1.539,02	0,005	0,7	94,6
1A3a2	Aviación civil		CO2	1.761,51	3.337,70	0,004	0,5	95,1
SUBTOTAL				253.670,80	310.687,82			
TOTAL				285.022,12	350.483,69			
PORCENTAJE DEL TOTAL				89,0%	88,6%			

(1). Véase fórmula 2 de la nota a pie de página 3 anterior.

(2). Porcentaje simple de la categoría de actividad respecto al agregado de las tendencias de las categorías.

(3). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al agregado de la tendencia de las categorías.

Tabla A1.4.- Contribución por actividades al “Nivel” con un análisis de nivel 2 (sin LULUCF) – Año de referencia 90/95

Categorías IPCC		Combustible	Gas	Gg CO ₂ -eq	Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución ⁽¹⁾	Acumulado ⁽²⁾
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	9.284,90	400,4	13,0	36,2	36,2
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	7.049,11	196,5	4,9	13,5	49,6
6B	Tratamiento de aguas residuales		N ₂ O	1.072,24	500,2	1,9	5,2	54,9
6A	Depósito en vertederos		CH ₄	5.103,44	104,4	1,9	5,2	60,0
1A2	Combustión - Sector industria		N ₂ O	417,57	900,0	1,3	3,7	63,7
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.718,82	15,2	1,2	3,2	66,9
1A4	Combustión - Otros sectores		N ₂ O	318,00	900,2	1,0	2,8	69,7
1A2	Combustión - Sector industria	Líquidos	CO ₂	24.692,96	10,5	0,9	2,5	72,2
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólidos	CO ₂	57.777,54	4,5	0,9	2,5	74,7
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N ₂ O	2.472,63	101,3	0,9	2,4	77,2
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía		N ₂ O	276,68	900,0	0,9	2,4	79,6
1A2	Combustión - Sector industria	Sólidos	CO ₂	13.283,93	15,9	0,7	2,1	81,6
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88	30,0	0,5	1,4	83,0
1A3b	Transporte por carretera	Diésel	CO ₂	25.089,34	5,5	0,5	1,3	84,3
4B	Gestión de estiércol		N ₂ O	1.344,78	101,3	0,5	1,3	85,7
1A4	Combustión - Otros sectores		CH ₄	816,78	151,3	0,4	1,2	86,9
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	1.499,79	75,0	0,4	1,1	88,0
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH ₄	562,13	188,7	0,4	1,0	89,0
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH ₄	11.120,26	9,5	0,4	1,0	90,0

SUBTOTAL**188.538,78****TOTAL****285.022,12****PORCENTAJE DEL TOTAL****66,1%**

(1). Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del inventario.

(2). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del inventario.

Tabla A1.5.- Contribución por actividades al “Nivel” con un análisis de nivel 2 (sin LULUCF) – Año 2011

Categorías IPCC		Combustible	Gas	Gg CO ₂ -eq	Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución ⁽¹⁾	Acumulado ⁽²⁾
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	8.513,13	400,4	9,7	28,2	28,2
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	6.713,40	196,5	3,8	10,9	39,1
6A	Depósito en vertederos		CH ₄	11.897,46	104,4	3,5	10,3	49,4
6B	Tratamiento de aguas residuales		N ₂ O	1.250,91	500,2	1,8	5,2	54,6
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía		N ₂ O	599,19	900,0	1,5	4,5	59,0
1A2	Combustión - Sector industria		N ₂ O	548,18	900,0	1,4	4,1	63,1
2F	Consumo de halocarburos y SF ₆		HFC&PFC	8.133,45	58,3	1,4	3,9	67,0
1A3b	Transporte por carretera	Diésel	CO ₂	62.814,30	5,9	1,1	3,1	70,1
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquidos	CO ₂	22.347,97	16,6	1,1	3,1	73,2
1A4	Combustión - Otros sectores		N ₂ O	354,35	900,3	0,9	2,6	75,8
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	3.812,37	82,5	0,9	2,6	78,5
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N ₂ O	2.501,84	101,3	0,7	2,1	80,5
1A2	Combustión - Sector industria	Líquidos	CO ₂	21.138,27	11,5	0,7	2,0	82,6
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólidos	CO ₂	42.684,38	4,6	0,6	1,6	84,2
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseosos	CO ₂	30.018,58	5,7	0,5	1,4	85,6
4B	Gestión de estiércol		N ₂ O	1.654,11	101,3	0,5	1,4	87,0
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH ₄	706,57	188,7	0,4	1,1	88,1
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales		CO ₂	3.625,04	31,6	0,3	0,9	89,0
1A4	Combustión - Otros sectores		CH ₄	718,27	151,6	0,3	0,9	89,9
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH ₄	10.515,40	9,5	0,3	0,8	90,7

SUBTOTAL**240.547,18****TOTAL****350.483,69****PORCENTAJE DEL TOTAL****68,6%**

(1). Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del inventario.

(2). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del inventario.

Tabla A1.6.- Contribución por actividades a la “Tendencia” con un análisis de nivel 2 (sin LULUCF) – Año 2011

Categorías IPCC		Combustible	Gas	Gg CO ₂ -eq Año de Referencia 90/95	Gg CO ₂ -eq 2011	Incertidumbre 2011	Tendencia (1)	Contribución (2)	Acumulado (3)
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	9.284,90	8.513,13	400,4	4,080	23,4	23,4
6A	Depósito en vertederos		CH ₄	5.103,44	11.897,46	104,4	2,059	11,8	35,2
2F	Consumo de halocarburos y SF ₆		HFC&PFC	8,02	8.133,45	58,3	1,662	9,5	44,7
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	7.049,11	6.713,40	196,5	1,347	7,7	52,4
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía		N ₂ O	276,68	599,19	900,0	0,818	4,7	57,1
1A3b	Transporte por carretera	Diésel	CO ₂	25.089,34	62.814,30	5,9	0,664	3,8	60,9
1A2	Combustión - Sector industria	Sólidos	CO ₂	13.283,93	5.547,34	16,1	0,608	3,5	64,4
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88	53,59	30,0	0,595	3,4	67,8
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	1.499,79	3.812,37	82,5	0,570	3,3	71,1
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólidos	CO ₂	57.777,54	42.684,38	4,6	0,454	2,6	73,7
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseosos	CO ₂	8.494,20	30.018,58	5,7	0,391	2,2	75,9
1A2	Combustión - Sector industria	Líquidos	CO ₂	24.692,96	21.138,27	11,5	0,371	2,1	78,0
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.718,82	22.347,97	16,6	0,255	1,5	79,5
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos		CH ₄	1.817,54	629,45	40,3	0,227	1,3	80,8
1A2	Combustión - Sector industria		CH ₄	81,85	530,67	150,1	0,226	1,3	82,1
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	26.032,94	15.846,33	3,9	0,222	1,3	83,3
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N ₂ O	2.472,63	2.501,84	101,3	0,191	1,1	84,4
1A4	Combustión - Otros sectores	Gaseosos	CO ₂	1.318,59	11.100,50	5,7	0,190	1,1	85,5
1A4	Combustión - Otros sectores	Sólidos	CO ₂	2.282,29	865,12	26,7	0,182	1,0	86,6
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Gaseosos	CO ₂	437,08	21.074,35	2,4	0,176	1,0	87,6
2A1	Producción de cemento		CO ₂	12.279,01	9.522,69	8,4	0,165	0,9	88,5
1A4	Combustión - Otros sectores		CH ₄	816,78	718,27	151,6	0,152	0,9	89,4
6B	Tratamiento de aguas residuales		N ₂ O	1.072,24	1.250,91	500,2	0,119	0,7	90,1
SUBTOTAL				227.527,56	288.313,55				
TOTAL				285.022,12	350.483,69				
PORCENTAJE DEL TOTAL				79,8%	82,3%				

(1). Véase fórmula 2 de la nota a pie de página 3 anterior.

(2). Porcentaje simple de la categoría de actividad respecto al agregado de las tendencias de las categorías.

(3). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al agregado de la tendencia de las categorías.

Tabla A.1.7- Contribución por actividades al “Nivel” con un análisis de nivel 1 (con LULUCF-Convenio). –Año de referencia 90/95

Categorías IPCC		Combustible	Gas	Gg CO ₂ -eq		Contribución (1)	Acumulado (2)
				Emisiones	Absorciones		
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólidos	CO2	57.777,54		18,8	18,8
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO2	26.032,94		8,5	27,2
1A3b	Transporte por carretera	Diésel	CO2	25.089,34		8,2	35,4
1A2	Combustión - Sector industria	Líquidos	CO2	24.692,96		8,0	43,4
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquidos	CO2	21.718,82		7,1	50,5
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero		CO2		-18.716,37	6,1	56,5
1A2	Combustión - Sector industria	Sólidos	CO2	13.283,93		4,3	60,9
2A1	Producción de cemento		CO2	12.279,01		4,0	64,8
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH4	11.120,26		3,6	68,5
1A1b	Refino de petróleo	Líquidos	CO2	10.860,82		3,5	72,0
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N2O	9.284,90		3,0	75,0
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseosos	CO2	8.494,20		2,8	77,8
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N2O	7.049,11		2,3	80,1
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Líquidos	CO2	6.006,63		2,0	82,0
4B	Gestión de estiércol		CH4	5.172,30		1,7	83,7
6A	Depósito en vertederos		CH4	5.103,44		1,7	85,3
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88		1,5	86,8
2B2	Producción de ácido nítrico		N2O	2.800,03		0,9	87,8
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales		CO2	2.737,66		0,9	88,6
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N2O	2.472,63		0,8	89,4
2C1	Producción de hierro y acero		CO2	2.428,33		0,8	90,2
1A4	Combustión - Otros sectores	Sólidos	CO2	2.282,29		0,7	91,0
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero		CO2		-2.082,15	0,7	91,7
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras	Sólidos	CO2	1.847,39		0,6	92,3
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos		CH4	1.817,54		0,6	92,8
1A3a2	Aviación civil		CO2	1.761,51		0,6	93,4
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural		CO2	1.656,24		0,5	94,0
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO2	1.499,79		0,5	94,4
4B	Gestión de estiércol		N2O	1.344,78		0,4	94,9
1A4	Combustión - Otros sectores	Gaseosos	CO2	1.318,59		0,4	95,3
SUBTOTAL				272.570,86	-20.798,52		
TOTAL				286.861,01	-20.944,63		
PORCENTAJE DEL TOTAL				95,0%	99,3%		

(1). Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del inventario.

(2). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del inventario.

Tabla A.1.8.- Contribución por actividades al “Nivel” con un análisis de nivel 1 (con LULUCF-Convenio). – Año 2011

Categorías IPCC		Combustible	Gas	Gg CO ₂ -eq		Contribución (1)	Acumulado (2)
				Emisiones	Absorciones		
1A3b	Transporte por carretera	Diésel	CO2	62.814,30		16,2	16,2
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólidos	CO2	42.684,38		11,0	27,3
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseosos	CO2	30.018,58		7,8	35,0
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquidos	CO2	22.347,97		5,8	40,8
1A2	Combustión - Sector industria	Líquidos	CO2	21.138,27		5,5	46,3
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Gaseosos	CO2	21.074,35		5,4	51,7
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero		CO2		-18.792,18	4,9	56,6
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO2	15.846,33		4,1	60,7
6A	Depósito en vertederos		CH4	11.897,46		3,1	63,7
1A4	Combustión - Otros sectores	Gaseosos	CO2	11.100,50		2,9	66,6
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH4	10.515,40		2,7	69,3
2A1	Producción de cemento		CO2	9.522,69		2,5	71,8
1A1b	Refino de petróleo	Líquidos	CO2	8.914,26		2,3	74,1
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N2O	8.513,13		2,2	76,3
2F	Consumo de halocarburos y SF6		HFC&PFC	8.133,45		2,1	78,4
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Líquidos	CO2	7.539,72		1,9	80,4
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N2O	6.713,40		1,7	82,1
4B	Gestión de estiércol		CH4	6.611,30		1,7	83,8
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero		CO2		-6.528,76	1,7	85,5
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero		CO2		-6.463,59	1,7	87,2
1A2	Combustión - Sector industria	Sólidos	CO2	5.547,34		1,4	88,6
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO2	3.812,37		1,0	89,6
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales		CO2	3.625,04		0,9	90,5
1A3a2	Aviación civil		CO2	3.337,70		0,9	91,4
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero		CO2	2.936,79		0,8	92,1
1A1b	Refino de petróleo	Gaseosos	CO2	2.711,05		0,7	92,8
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural		CO2	2.536,63		0,7	93,5
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N2O	2.501,84		0,6	94,1
4B	Gestión de estiércol		N2O	1.654,11		0,4	94,6
2C1	Producción de hierro y acero		CO2	1.539,02		0,4	95,0
2A2	Otros procesos industriales		CO2	1.468,11		0,4	95,3
SUBTOTAL				337.055,49	-31.784,53		
TOTAL				354.131,46	-32.719,00		
PORCENTAJE DEL TOTAL				95,2%	97,1%		

(1). Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del inventario.

(2). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del inventario.

Tabla A.1.9.- Contribución por actividades a la “Tendencia” con un análisis de nivel 1 (con LULUCF-Convenio). – Año 2011

Categorías IPCC		Combustible	Gas	Gg CO ₂ -eq Año de Referencia 90/95	Gg CO ₂ -eq 2011	Tendencia (1)	Contribución (2)	Acumulado (3)
1A3b	Transporte por carretera	Diésel	CO ₂	25.089,34	62.814,30	0,106	14,2	14,2
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólidos	CO ₂	57.777,54	42.684,38	0,088	11,9	26,1
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Gaseosos	CO ₂	437,08	21.074,35	0,067	9,0	35,1
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseosos	CO ₂	8.494,20	30.018,58	0,064	8,6	43,7
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	26.032,94	15.846,33	0,051	6,8	50,6
1A2	Combustión - Sector industria	Sólidos	CO ₂	13.283,93	5.547,34	0,034	4,6	55,1
1A4	Combustión - Otros sectores	Gaseosos	CO ₂	1.318,59	11.100,50	0,031	4,2	59,3
1A2	Combustión - Sector industria	Líquidos	CO ₂	24.692,96	21.138,27	0,028	3,8	63,1
2F	Consumo de halocarburos y SF ₆		HFC&PFC	8,02	8.133,45	0,026	3,6	66,7
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero		CO ₂	-99,35	-6.528,76	0,021	2,8	69,5
6A	Depósito en vertederos		CH ₄	5.103,44	11.897,46	0,019	2,5	72,0
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88	53,59	0,018	2,4	74,4
2A1	Producción de cemento		CO ₂	12.279,01	9.522,69	0,017	2,3	76,8
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero		CO ₂	-2.082,15	-6.463,59	0,016	2,1	78,9
1A1b	Refino de petróleo	Líquidos	CO ₂	10.860,82	8.914,26	0,014	1,8	80,7
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero		CO ₂	-18.716,37	-18.792,18	0,013	1,7	82,4
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.718,82	22.347,97	0,013	1,7	84,2
2B2	Producción de ácido nítrico		N ₂ O	2.800,03	258,36	0,010	1,4	85,5
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH ₄	11.120,26	10.515,40	0,010	1,3	86,8
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	9.284,90	8.513,13	0,009	1,2	88,0
1A1b	Refino de petróleo	Gaseosos	CO ₂	45,08	2.711,05	0,009	1,2	89,1
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	1.499,79	3.812,37	0,006	0,9	90,0
1A4	Combustión - Otros sectores	Sólidos	CO ₂	2.282,29	865,12	0,006	0,8	90,8
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	7.049,11	6.713,40	0,006	0,8	91,6
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos		CH ₄	1.817,54	629,45	0,005	0,7	92,3
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero		CO ₂	1.152,87	2.936,79	0,005	0,7	93,0
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras	Sólidos	CO ₂	1.847,39	699,36	0,005	0,7	93,7
2C1	Producción de hierro y acero		CO ₂	2.428,33	1.539,02	0,005	0,6	94,3
1A3a2	Aviación civil		CO ₂	1.761,51	3.337,70	0,004	0,5	94,8
2C3			PFC	832,16	62,47	0,003	0,4	95,2
SUBTOTAL				234.757,97	281.902,56			
TOTAL				265.916,38	321.412,46			
PORCENTAJE DEL TOTAL				88,3%	87,7%			

(1). Véase fórmula 2 de la nota a pie de página 3 anterior.

(2). Porcentaje simple de la categoría de actividad respecto al agregado de las tendencias de las categorías.

(3). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al agregado de la tendencia de las categorías.

Tabla A.1.10.- Contribución por actividades al “Nivel” con un análisis de nivel 2 (con LULUCF-Convenio). – Año de referencia 90/95

Categorías IPCC		Combustible	Gas	Gg CO ₂ -eq		Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado contribuciones
				Emisiones	Emisiones				
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	9.284,90		400,4	12,1	33,0	33,0
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	7.049,11		196,5	4,5	12,3	45,2
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero		CO ₂		-18.716,37	50,2	3,1	8,3	53,6
6B	Tratamiento de aguas residuales		N ₂ O	1.072,24		500,2	1,7	4,8	58,3
6A	Depósito en vertederos		CH ₄	5.103,44		104,4	1,7	4,7	63,1
1A2	Combustión - Sector industria		N ₂ O	417,57		900,0	1,2	3,3	66,4
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.718,82		15,2	1,1	2,9	69,3
1A4	Combustión - Otros sectores		N ₂ O	318,00		900,2	0,9	2,5	71,9
1A2	Combustión - Sector industria	Líquidos	CO ₂	24.692,96		10,5	0,8	2,3	74,2
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólidos	CO ₂	57.777,54		4,5	0,8	2,3	76,4
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N ₂ O	2.472,63		101,3	0,8	2,2	78,7
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía		N ₂ O	276,68		900,0	0,8	2,2	80,9
1A2	Combustión - Sector industria	Sólidos	CO ₂	13.283,93		15,9	0,7	1,9	82,7
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88		30,0	0,5	1,2	84,0
1A3b	Transporte por carretera	Diésel	CO ₂	25.089,34		5,5	0,4	1,2	85,2
4B	Gestión de estiércol		N ₂ O	1.344,78		101,3	0,4	1,2	86,4
1A4	Combustión - Otros sectores		CH ₄	816,78		151,3	0,4	1,1	87,5
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	1.499,79		75,0	0,4	1,0	88,5
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH ₄	562,13		188,7	0,3	0,9	89,4
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH ₄	11.120,26		9,5	0,3	0,9	90,4
SUBTOTAL				188.538,78	-18.716,37				
TOTAL				286.861,01	-20.944,63				
PORCENTAJE DEL TOTAL				65,7%	89,4%				

Tabla A.1.11.- Contribución por actividades al “Nivel” con un análisis de nivel 2 (con LULUCF-Convenio). – Año 2011

Categorías IPCC		Combustible	Gas	Gg CO ₂ -eq		Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado contribuciones
				Emisiones	Absorciones				
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	8.513,13		400,4	8,8	25,8	25,8
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	6.713,40		196,5	3,4	10,0	35,8
6A	Depósito en vertederos		CH ₄	11.897,46		104,4	3,2	9,4	45,3
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero		CO ₂		-18.792,18	50,2	2,4	7,2	52,4
6B	Tratamiento de aguas residuales		N ₂ O	1.250,91		500,2	1,6	4,7	57,2
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía		N ₂ O	599,19		900,0	1,4	4,1	61,2
1A2	Combustión - Sector industria		N ₂ O	548,18		900,0	1,3	3,7	65,0
2F	Consumo de halocarburos y SF ₆		HFC&PFC	8.133,45		58,3	1,2	3,6	68,6
1A3b	Transporte por carretera	Diésel	CO ₂	62.814,30		5,9	1,0	2,8	71,4
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquidos	CO ₂	22.347,97		16,6	1,0	2,8	74,2
1A4	Combustión - Otros sectores		N ₂ O	354,35		900,3	0,8	2,4	76,6
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	3.812,37		82,5	0,8	2,4	79,0
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N ₂ O	2.501,84		101,3	0,7	1,9	80,9
1A2	Combustión - Sector industria	Líquidos	CO ₂	21.138,27		11,5	0,6	1,8	82,8
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólidos	CO ₂	42.684,38		4,6	0,5	1,5	84,3
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseosos	CO ₂	30.018,58		5,7	0,4	1,3	85,6
4B	Gestión de estiércol		N ₂ O	1.654,11		101,3	0,4	1,3	86,8
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH ₄	706,57		188,7	0,3	1,0	87,8
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales		CO ₂	3.625,04		31,6	0,3	0,9	88,7
1A4	Combustión - Otros sectores		CH ₄	718,27		151,6	0,3	0,8	89,5
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH ₄	10.515,40		9,5	0,3	0,8	90,3
SUBTOTAL				240.547,18	-18.792,18				
TOTAL				354.131,46	-32.719,00				
PORCENTAJE DEL TOTAL				67,9%	57,4%				

Tabla A.1.12.- Contribución por actividades a la “Tendencia” con un análisis de nivel 2 (con LULUCF-Convenio). – Año 2011

Categorías IPCC		Combustible	Gas	Gg CO ₂ -eq Año de referencia 90/95	Gg CO ₂ -eq 2011	Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado contribuciones
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	9.284,90	8.513,13	400,4	3,525	21,0	21,0
6A	Depósito en vertederos		CH ₄	5.103,44	11.897,46	104,4	1,943	11,6	32,6
2F	Consumo de halocarburos y SF ₆		HFC&PFC	8,02	8.133,45	58,3	1,539	9,2	41,8
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	7.049,11	6.713,40	196,5	1,153	6,9	48,7
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía		N ₂ O	276,68	599,19	900,0	0,774	4,6	53,3
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero		CO ₂	-18.716,37	-18.792,18	50,2	0,650	3,9	57,2
1A3b	Transporte por carretera	Diésel	CO ₂	25.089,34	62.814,30	5,9	0,625	3,7	60,9
1A2	Combustión - Sector industria	Sólidos	CO ₂	13.283,93	5.547,34	16,1	0,549	3,3	64,2
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88	53,59	30,0	0,541	3,2	67,4
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	1.499,79	3.812,37	82,5	0,536	3,2	70,6
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólidos	CO ₂	57.777,54	42.684,38	4,6	0,403	2,4	73,0
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseosos	CO ₂	8.494,20	30.018,58	5,7	0,366	2,2	75,2
1A2	Combustión - Sector industria	Líquidos	CO ₂	24.692,96	21.138,27	11,5	0,324	1,9	77,1
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero		CO ₂	5,40	83,26	1.000,0	0,249	1,5	78,6
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.718,82	22.347,97	16,6	0,211	1,3	79,9
1A2	Combustión - Sector industria		CH ₄	81,85	530,67	150,1	0,211	1,3	81,1
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos		CH ₄	1.817,54	629,45	40,3	0,205	1,2	82,3
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	26.032,94	15.846,33	3,9	0,198	1,2	83,5
1A4	Combustión - Otros sectores	Gaseosos	CO ₂	1.318,59	11.100,50	5,7	0,176	1,1	84,6
1A4	Combustión - Otros sectores	Sólidos	CO ₂	2.282,29	865,12	26,7	0,164	1,0	85,6
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Gaseosos	CO ₂	437,08	21.074,35	2,4	0,163	1,0	86,5
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N ₂ O	2.472,63	2.501,84	101,3	0,160	1,0	87,5
2A1	Producción de cemento		CO ₂	12.279,01	9.522,69	8,4	0,146	0,9	88,4
1A4	Combustión - Otros sectores		CH ₄	816,78	718,27	151,6	0,132	0,8	89,1
1A2	Combustión - Sector industria		N ₂ O	417,57	548,18	900,0	0,127	0,8	89,9
2B2	Producción de ácido nítrico		N ₂ O	2.800,03	258,36	10,2	0,104	0,6	90,5
SUBTOTAL				210.961,96	269.160,27				
TOTAL				265.916,38	321.412,46				
PORCENTAJE DEL TOTAL				79,3%	83,7%				

Tabla A.1.13.- Contribución por actividades al “Nivel” con un análisis de nivel 1 (LULUCF-PK). – Año 1990

Categorías IPCC		Gas	Gg CO ₂ -eq		Contribución	Acumulado
			Emisiones	Absorciones		
B2	Gestión de tierras agrícolas - Sumidero	CO2		-2.128,92	60,0	60,0
B2	Gestión de tierras agrícolas - Fuente	CO2	1.417,37		40,0	100,0
SUBTOTAL			1.417,37	-2.128,92		
TOTAL			1.417,37	-2.128,92		
PORCENTAJE DEL TOTAL			100,0%	100,0%		

Tabla A.1.14.- Contribución por actividades al “Nivel” con un análisis de nivel 1 (LULUCF-PK). – Año 2011

Categorías IPCC		Gas	Gg CO ₂ -eq		Contribución	Acumulado
			Emisiones	Absorciones		
B2	Gestión de tierras agrícolas - Sumidero	CO2		-6.650,49	34,7	34,7
A11	Repoblación y reforestación - Sumidero	CO2		-6.528,76	34,1	68,8
B2	Gestión de tierras agrícolas - Fuente	CO2	3.201,28		16,7	85,5
B1	Gestión forestal - Sumidero	CO2		-2.518,51	13,1	98,6
SUBTOTAL			3.201,28	-15.697,76		
TOTAL			3.460,58	-15.697,76		
PORCENTAJE DEL TOTAL			92,5%	100,0%		

Tabla A.1.15.- Contribución por actividades a la “Tendencia” con un análisis de nivel 1 (LULUCF-PK). – Año 2011

Categorías IPCC		Gas	Gg CO ₂ -eq 1990	Gg CO ₂ -eq 2011	Valoración	Contribución	Acumulado
B2	Gestión de tierras agrícolas - Sumidero	CO2	-2.128,92	-6.650,49	10,999	56,1	56,1
A11	Repoblación y reforestación - Sumidero	CO2	0,00	-6.528,76	1,841	9,4	96,0
B2	Gestión de tierras agrícolas - Fuente	CO2	1.417,37	3.201,28	5,971	30,5	86,6
B1	Gestión forestal - Sumidero	CO2	0,00	-2.518,51	0,710	3,6	99,6
SUBTOTAL			-711,55	-12.496,47			
TOTAL			-711,55	-12.237,18			
PORCENTAJE DEL TOTAL			100,0%	102,1%			

Tabla A.1.16.- Contribución por actividades al “Nivel” con un análisis de nivel 2 (LULUCF-PK). – Año 1990

Categorías IPCC		Gas	Gg CO ₂ -eq		Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado contribuciones
			Emisiones	Emisiones				
B2	Gestión de tierras agrícolas - Sumidero	CO2		-2.128,92	200,0	120,1	94,6	94,6
SUBTOTAL			0,00	-2.128,92				
TOTAL			1.417,37	-2.128,92				
PORCENTAJE DEL TOTAL			83,3%	100,0%				

Tabla A.1.17.- Contribución por actividades al “Nivel” con un análisis de nivel 2 (LULUCF-PK). – Año 2011

Categorías IPCC		Gas	Gg CO ₂ -eq		Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado contribuciones
			Emisiones	Emisiones				
B2	Gestión de tierras agrícolas - Sumidero	CO2		-6.650,49	200,0	69,4	66,2	66,2
A11	Replantación y reforestación - Sumidero	CO2		-6.528,76	93,0	31,7	30,2	96,5
SUBTOTAL			0,00	-13.179,25				
TOTAL			3.460,58	-15.697,76				
PORCENTAJE DEL TOTAL			0,0%	84,0%				

Tabla A.1.18.- Contribución por actividades a la “Tendencia” con un análisis de nivel 2 (LULUCF-PK). – Año 2011

Categorías IPCC		Gas	Gg CO ₂ -eq		Incertidumbre	Valoración	Contribución	Acumulado contribuciones
			1990	2011				
B2	Gestión de tierras agrícolas - Sumidero	CO2	-2.128,92	-6.650,49	200,0	2.199,801	88,8	88,8
A11	Replantación y reforestación - Sumidero	CO2	0,00	-6.528,76	93,0	171,214	6,9	95,7
SUBTOTAL			-2.228,27	-13.179,25				
TOTAL			-711,55	-12.237,18				
PORCENTAJE DEL TOTAL			299,2%	107,7%				

ANEXO 2.- EXAMEN DETALLADO DE LA METODOLOGÍA Y LOS DATOS PARA ESTIMAR LAS EMISIONES DE CO₂ PROCEDENTES DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES

Por conveniencia para la exposición realizada en el capítulo 3 “Energía” del presente informe, se ha optado por incluir en dicho capítulo la información detallada sobre variables de actividad, algoritmos y factores para la estimación de las emisiones de CO₂ provenientes de la quema de combustibles fósiles, y es por ello que se obvia la reiteración de la presentación de su contenido en este anexo. Se remite pues al capítulo 3 para la consulta de la información correspondiente.

ANEXO 3.- OTRAS DESCRIPCIONES METODOLÓGICAS DETALLADAS DE DETERMINADOS SECTORES

En los epígrafes de este anexo se presentan en detalle algunas descripciones metodológicas de la estimación de las emisiones para determinados sectores o categorías de actividad que amplían la exposición realizada en los correspondientes capítulos sectoriales.

A3.1.- Emisiones fugitivas. Transformación de combustibles sólidos (CO₂)

En España operan en el periodo 1995-2011 (tras el cierre en 1994 de una planta de siderurgia integral) 5 plantas de transformación de combustibles sólidos (coquerías): 2 de ellas, pertenecientes a la misma empresa, están integradas en sendas instalaciones de siderurgia integral y las 3 restantes son coquerías independientes (no emplazadas en instalaciones de siderurgia integral).

Para las 2 plantas emplazadas en siderurgia integral la información recogida en el inventario para determinar el balance de carbono del proceso y los combustibles consumidos para calentar las baterías de coque se recababa vía cuestionario individualizado a cada una de las dos plantas. Para las 3 plantas independientes la información análoga se extraía de la publicación “Estadística de fabricación de pasta coquizable, coquerías y gas de horno”¹. Una vez procesada la información anterior de las cinco plantas se contrastaba el total con las cifras del balance energético nacional (cuestionarios internacionales y publicaciones de EUROSTAT y la Agencia Internacional de la Energía).

El problema de la “Estadística de fabricación de pasta coquizable, coquerías y gas de horno” es que al presentar la información en términos de masa y de energía pero no en términos de contenidos de carbono permitía sólo una aproximación al balance de carbono (utilizando parámetros externos de los contenidos de carbono de los combustibles y de las entradas y salidas de las baterías de coque). Una problemática similar se presentaba al cuadrar los resultados agregados de las 5 plantas al utilizar la información del balance energético nacional más arriba referido.

Así, salvo en el caso en que para determinados subperiodos (2000-2004) se recibía un balance detallado de carbono por planta para cada una de las 2 instalaciones emplazadas en siderurgia integral, el resultado sólo podía ser una buena aproximación a la mejor estimación posible que se puede derivar del conocimiento del balance específico de carbono y consumo de combustibles de cada una de las 5 coquerías.

¹ La información de base reportada al instrumento de Comercio de Derechos de Emisión (ETS) no resulta útil aquí, pues no permite identificar el proceso específico de las coquerías, pues las plantas reportan sus emisiones de CO₂ como “burbuja” del conjunto de procesos de la planta.

Para hacer más transparente el proceso de estimación de emisiones seguido para las coquerías, y siguiendo las recomendaciones de los ERT de las ediciones 2010 y 2011 del inventario; se elaboró una plantilla homogénea para recoger y tratar la información de estas plantas, estimar el balance de carbono en los procesos de (entradas menos salidas) de las baterías de coque y los combustibles utilizados para su calentamiento. Con la información solicitada se realiza tanto el balance de masas (y se estiman las emisiones correspondientes) y un balance de energía que sirve como control de calidad (QC) del balance de carbono y de las emisiones resultantes. En la tabla A3.1.1 se presenta la plantilla general utilizada para la recogida de información individualizada por coquería, y con cuyos contenidos de información se han podido cumplimentar los balances de carbono y estimar las emisiones para los años 2008-2011, que se han elaborado pero que no se incluyen dada la confidencialidad que exige el tratamiento de la información, en este caso, con una empresa dominante en la producción (en torno al 90%) y tres empresas independiente de menor dimensión.

Tabla A3.1.1.- Apertura y extinción de hornos de coque. Balance de carbono

		Flujo de productos		Contenido de carbono		Balance de carbono	
		Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad
ENTRADA	Carbón coquizable		kt		% C		t C
	Hulla, antracita y carbón sub-bituminoso		kt		% C		t C
	Pasta de carbón		kt		% C		t C
	Coque de petróleo		kt		% C		t C
	Coque de carbón		kt		% C		t C
	Polvo de coque		kt		% C		t C
	Alquitrán		kt		% C		t C
	Gasóleo		kt		% C		t C
	Total entradas						t C
SALIDA	Coque		kt		% C		t C
	Gas de coquería		TJ (PCI)		t C/TJ(PCI)		t C
	Polvo de coque		kt		% C		t C
	Benzol		kt		% C		t C
	Alquitrán		kt		% C		t C
	Brea		kt		% C		t C
	Emisiones difusas de partículas al agua		kt		% C		t C
	Emisiones difusas de partículas al aire		kt		% C		t C
	Total salidas						t C
Diferencia en masa de carbono							t C
Emisión CO₂							kt CO₂
Factor de emisión CO₂ implícito							kg/t coque

A3.2.- Agricultura

a) Categorías animales

Para la realización del Inventario español se consideran a los animales divididos en categorías (subdivisiones de animales). La base de estas categorías son las recogidas en la publicación “Anuario de Estadística” del MAGRAMA, ver la Tabla A3.2.1².

Aún así algunas categorías no eran adecuadas para el cálculo de las emisiones y se ha optado por dividir las en subcategorías. Este es el caso de los animales con metodología nacional con enfoque de nivel 2 (bovino, porcino y aves) y la categoría corderos, que se ha subdividido en corderos lechales, pascuales, reposición machos y reposición hembra.

Una lista de las categorías usadas en el Inventario puede verse en la Tabla A3.2.2.

² En el Anuario de Estadística de 2011 del MAGRAMA (publicado en 2012), se ha realizado una modificación de la categorización del ganado bovino. Este cambio reduce las categorías de animales de más de 24 meses a: “machos”, “novillas sacrificio”, “novillas resto”, “vacas lecheras”, y “vacas resto”.

Tabla A3.2.1.- Categorías del anuario de estadística agroalimentaria

GANADO BOVINO

Provincias y Comunidades Autónomas	Total ganado bovino	Animales con menos de 12 meses		Animales de 12 a menos de 24 meses			Animales con 24 meses o más								
		Destinados a sacrificio	Otros		Machos	Hembras		Machos	Hembras						
			Machos	Hembras		Para sacrificio	Para reposición		Nunca han parido			Han parido al menos una vez			
									Para sacrificio	Para ordeño		Para no ordeño	De ordeño		Nunca se ordeñan
										Frisonas	Otras		Frisonas	Otras	

GANADO OVINO

Provincias y Comunidades Autónomas	Total ganado ovino	Corderos	Sementales	Hembras para vida				
				Nunca han parido		Que ya han parido		
				No cubiertas	Cubiertas por 1ª vez		Ordeñadas	No ordeñadas
					Ordeño	No ordeño		

GANADO CAPRINO

Provincias y Comunidades Autónomas	Total ganado caprino	Chivos	Sementales	Hembras para vida			
				Nunca han parido		Que ya han parido	
				No cubiertas	Cubiertas por 1ª vez	Ordeñadas	No ordeñadas

GANADO PORCINO

Provincias y Comunidades Autónomas	Total	Lechones	Cerdos de 20 a 49 kg p.v.	Cerdos para sacrificio			Verracos	Reproductores de 50 o más kg de p.v.			
				De 50 a 79 kg p.v.	De 80 a 109 kg p.v.	De 110 y más Kg p.v.		Cerdas reproductoras			
								Que nunca han parido		Que ya han parido	
								No cubiertas	Cubiertas	Cubiertas	No cubiertas

GANADO CABALLAR Y ASNAL

Provincias y Comunidades Autónomas	Total	Animales con menos de 12 meses	Animales de 12 a 36 meses	Animales con más de 36 meses		
				Sementales	Hembras de vientre	No reproductores

GANADO MULAR

Provincias y Comunidades Autónomas	Total	Animales con menos de 12 meses	Animales de 12 a 36 meses	Animales con más de 36 meses
--	-------	-----------------------------------	------------------------------	---------------------------------

Tabla A3.2.2.- Categorías animales usadas en el inventario

Vacas de ordeño	Vacas lecheras en producción estabulado			
Otro vacuno	Mamones lecheras macho lactancia			
	Mamones lecheras macho crecimiento			
	Mamones lecheras macho cebo			
	Mamones lecheras macho acabado			
	Mamones lecheras hembra lactancia			
	Mamones lecheras hembra crecimiento			
	Mamones lecheras hembra cebo			
	Mamones lecheras hembra acabado			
	Mamones nodrizas macho lactancia			
	Mamones nodrizas macho crecimiento			
	Mamones nodrizas macho cebo			
	Mamones nodrizas macho acabado			
	Mamones nodrizas hembra lactancia			
	Mamones nodrizas hembra crecimiento			
	Mamones nodrizas hembra cebo			
	Mamones nodrizas hembra acabado			
	Pasteros macho lactancia natural			
	Pasteros macho cebo			
	Pasteros macho acabado			
	Pasteros hembra lactancia natural			
	Pasteros hembra cebo			
	Pasteros hembra acabado			
	Otros machos reposición			
	Otras hembras reposición carne			
	Otras hembras reposición lecheras estabulado			
	Machos reposición			
	Hembras reposición carne			
	Hembras reposición lecheras estabulado			
	Novillas carne desecho en 2º año			
	Novillas leche desecho en 2º año			
	Adultos (solo razas de carne)			
	Novillas carne desecho			
Novillas leche desecho				
Novillas reposición lecheras estabulado				
Novillas reposición carne				
Vacas nodrizas				
Ovino	Corderos reposición	Machos		
		Hembras		
	Cordero Lechal			
	Cordero Pascual			
	Reproductores	Machos		
		Hembras	No paridas	
Paridas			No ordeño	
			Ordeño	

Tabla A3.2.2. (continuación) - Categorías animales usadas en el inventario

<i>Porcino ibérico</i>	Lechones (8,5 a 24 kg)
	Cerdo de 24-49 kg para montanera o recebo
	Cerdo de 24-49 kg para cría a pienso
	Cerdo de 50-79 kg para montanera o recebo
	Cerdo de 50-79 kg para cría a pienso
	Cerdo de 80-109 kg para montanera o recebo
	Cerdo de 80-109 kg para cría a pienso
	Cerdo > 110 kg en montanera o recebo
	Cerdo > 110 kg acabado a pienso
	Verracos jóvenes
	Verracos adultos
	Reproductora no cubierta
	Reproductora en 1ª gestación
	Reproductora en gestación
	Reproductoras criando por 1ª vez
	Reproductoras criando
	Reproductoras en reposo por 1ª vez
	Reproductoras en reposo
<i>Porcino blanco</i>	Lechones destetados
	Cerdo de 20-49 kg
	Cerdo de 50-79 kg
	Cerdo de 80-109 kg
	Cerdo > 110 kg
	Verracos jóvenes
	Verracos adultos
	Reproductora no cubierta
	Reproductora en 1ª gestación
	Reproductora en gestación
	Reproductoras criando por 1ª vez
	Reproductoras criando
	Reproductoras en reposo por 1ª vez
	Reproductoras en reposo
<i>Gallinas selectas</i>	Pollitas de recría industriales blancas
	Pollitas de recría industriales rubias
	Gallinas ponedoras industriales blancas < 12 meses
	Gallinas ponedoras industriales rubias < 12 meses
	Gallinas ponedoras industriales blancas > 12 meses
	Gallinas ponedoras industriales rubias > 12 meses
<i>Gallinas camperas</i>	Pollitas de recría camperas
	Gallinas ponedoras camperas < 12 meses
	Gallinas ponedoras camperas > 12 meses
<i>Gallinas de carne</i>	Broilers
	Pollitas de recría
	Gallinas reproductoras < 12 meses
	Gallinas reproductoras > 12 meses
<i>Otras Aves</i>	Otras aves
<i>Caprino</i>	Animales menores de 1 año
	Animales mayores de 1 año
<i>Caballos</i>	Animales menores de 1 año
	Animales mayores de 1 año
<i>Mulas y asnos</i>	Animales menores de 1 año
	Animales mayores de 1 año

b) Funciones suavizadas para MCF y FE de gestión de estiércoles

La metodología IPCC aporta unas funciones para los MCFs y FE de las emisiones de CH₄ en la gestión de estiércoles de tipo escalonado. En Inventario español se realiza a un nivel territorial provincial, más desagregado que el requerido por IPCC (país). El uso de estas funciones provoca grandes saltos interanuales en provincias con temperatura media cercana a los 15° C. Se optó, por tanto, por suavizar las funciones y hacerlas continuas para conservar la coherencia temporal de la serie. Esta modificación fue enviada a UNFCCC y aprobada por este organismo.

Los factores MCFs que en un principio dependían solo de las regiones climáticas han sido ajustados por una función que depende de la temperatura. Los valores de esta función dados por grado de temperatura son los siguientes:

Tabla A3.2.3.- MCF_{jk} según sistema de gestión y temperatura

Temperatura media anual (°C)	Factores de conversión de metano según sistema de manejo del estiércol para vacuno y porcino (MCFs)				
	Ecurrido de Líquidos	Almacén de Sólidos	Pastoreo	Aplicación Diaria	Otros
	MCF	MCF	MCF	MCF	MCF
10	39,00	1,00	1,00	0,10	1,00
11	39,01	1,03	1,03	0,12	1,00
12	39,06	1,07	1,07	0,14	1,00
13	39,18	1,12	1,12	0,18	1,00
14	39,42	1,17	1,17	0,21	1,00
15	39,80	1,22	1,22	0,25	1,00
16	40,36	1,27	1,27	0,30	1,00
17	41,13	1,33	1,33	0,34	1,00
18	42,14	1,38	1,38	0,39	1,00
19	43,42	1,44	1,44	0,45	1,00
20	45,00	1,50	1,50	0,50	1,00
21	46,91	1,56	1,56	0,56	1,00
22	49,18	1,62	1,62	0,61	1,00
23	51,84	1,68	1,68	0,67	1,00
24	54,92	1,74	1,74	0,74	1,00
25	58,45	1,81	1,81	0,80	1,00
26	62,45	1,87	1,87	0,87	1,00
27	66,96	1,93	1,93	0,93	1,00
28	72,00	2,00	2,00	1,00	1,00

Fuente: elaboración propia a partir de la metodología revisada.

Estos valores se obtienen de tomar como marca de clase para cada región climática las temperaturas 10, 20 y 28 °C. Para cada marca de clase se toma el MCF por defecto suministrado por IPCC (que se da en la tabla 3.1.II.1) y suavizando la función lineal así obtenida se hallan los valores anteriores. La función suavizada propuesta por el Equipo de Trabajo del Inventario³ es la siguiente:

$$Factor(t) = Factor(10) + b(10 - t)^m$$

³ Esta variación de la metodología fue notificada a la Unidad de Apoyo Técnico de IPCC.

donde:

Factor(t) = Factor de emisión a la temperatura t.

Factor(10) = Factor de emisión a 10°C de temperatura (conocida).

b, m = Parámetros dependientes del sistema de gestión del estiércol.

En la tabla siguiente se pueden observar los valores de los parámetros “b” y “m” según el tipo de tratamiento.

Tabla A3.2.4.- Valores de MCF por sistema de manejo de estiércol

Sistema	Frío	Templado	Caliente	m	b	Función
Almacenamiento en fosa bajo el lugar de confinamiento < 1 mes	0	0	30	1,636	1,000	Función definida en 2 tramos: MCF=0 si $t < 20^{\circ}\text{C}$ y $\text{MCF} = b * (t - 20)^m$ si $t \geq 20^{\circ}\text{C}$
Almacenamiento en fosa bajo el lugar de confinamiento > 1 mes	39	45	72	2,900	0,008	$\text{MCF} = 39 + b * (t - 10)^m$
Almacenamiento sólido	1	1,5	2	1,179	0,033	$\text{MCF} = 1 + b * (t - 10)^m$
Camping	1	1,5	2	1,179	0,033	$\text{MCF} = 1 + b * (t - 10)^m$
Líquido sin costra natural	39	45	72	2,900	0,008	$\text{MCF} = 39 + b * (t - 10)^m$
Líquido con costra natural	39	45	72	2,900	0,008	$\text{MCF} = 39 + b * (t - 10)^m$
Sin almacenamiento	0,1	0,5	1	1,380	0,017	$\text{MCF} = 0,1 + b * (t - 10)^m$
Compostaje intensivo	0,5	0,5	0,5	0	0	Constante
Digestión anaerobia	0	0	0	0	0	Constante
Tratamiento aerobio	0,1	0,1	0,1	0	0	Constante
Gallinaza con yacija	1,5	1,5	1,5	0	0	Constante
Compostaje pila estática	0,5	0,5	0,5	0	0	Constante
Almacenamiento cama profunda bovino < 1 mes	0	0	30	1,636	1,000	Función definida en 2 tramos: MCF=0 si $t < 20^{\circ}\text{C}$ y $\text{MCF} = b * (t - 20)^m$ si $t \geq 20^{\circ}\text{C}$
Almacenamiento cama profunda bovino >1 mes	39	45	72	2,900	0,008	$\text{MCF} = 39 + b * (t - 10)^m$

Fuente: elaboración propia a partir de la metodología revisada.

Análogamente se proceden a suavizar los FE por defecto para los animales con Tier1, obteniéndose el siguiente resultado:

Tabla A3.2.5.- Valores de MCF por animal Tier 1

	Frío	Templado	Cálido	m	b
Ovino	0,19	0,28	0,37	1,179	0,006
Caprino	0,12	0,18	0,23	1,031	0,006
Camellos	1,6	2,4	3,2	1,179	0,053
Caballar	1,4	2,1	2,8	1,179	0,046
Mulas y Asnos	0,76	1,14	1,51	1,157	0,026
Otras Aves	0,078	0,117	0,157	1,201	0,002

c) Parámetros de base de los cultivos

Existen una serie de parámetros usados por IPCC que son compartidos por las metodologías para el cálculo del N contenido en fijación biológica, el contenido en los residuos de cultivos y las emisiones de quema. Estos parámetros son:

- Ratio residuo/cultivos.
- Contenido de materia seca.
- Fracción de carbono.
- Fracción de nitrógeno.

Las tablas 4.17 (pág. 4.85, 1996 IPCC Guidelines) y 4.16 (pág. 4.58, IPCC Good Practice Guidance) recogen valores de estos parámetros para algunos cultivos. Dada la limitada selección de cultivos recogidos en estas tablas, se ha procedido a una búsqueda bibliográfica de valores de estos parámetros con el fin de poder completar el conjunto de cultivos considerados en el Inventario español.

La tabla A.3.2.6. presenta los valores de estos parámetros junto con la fuente de la que provienen. Estas fuentes (con su código identificativo correspondiente) son:

- 1: *Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC.*
- 2: MARTÍNEZ, X. "Gestión y tratamiento de residuos agrícolas". *RETEMA: Revista Técnica de Medio Ambiente*, año 19, nº 111 (mar.-abr. 2006), p, 62-75.
- 3: Roselló, J. y Domínguez, A. (2006). *Comunicación personal.*
- 4: *Crop parametres: Harvest. Harvest index. 2006.*
<http://c100.bsye.wsu.edu/cropsyst/manual/parametres/crop/harvest.htm#Hlcons> >
- 5: KRIDER, J.N., et al. *Agricultural waste management field handbook. Washington D.C.: Natural Resources Conservation Service (NRCS), 1999.*
- 6: VILLALOBOS, F.J., et al. *Fitotecnia: bases y tecnologías de la producción agrícola. Madrid: Mundi-Prensa, 2002.*
- 7: WHEELER, R.M. "Carbon balance in biogenerative life support systems: some effects of system closure, waste management, and crop harvest index". *Advances in Space Research: the oficial journal of the Comittee on Space Research (COSPAR)*, 2003, 31(1):169-75. Villalobos F.J., Mateos L., Orgaz F. y Fereres E. (2002). *Fitotecnia. Bases y tecnologías de la producción agrícola.*
- 8: *Agencia Andaluza de la Energía (1999). Potencial y aprovechamiento energético de la biomasa del olivar en Andalucía. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa Ed. 24 pág. En:*

<http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/cocoon/aae/portal/com/bin/contenidos/publicaciones/aprovechamiento_energetico/1130059713839_potencial_y_aprovechamiento.pdf>

9: Senovilla, L. y Antolín, G. (2005). *Revalorización energética de los residuos de la industria vitivinícola. Proyecto Final de Carrera. Cátedra de Energías Renovables. Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. En:*

<http://www.eis.uva.es/energias-renovables/trabajos_05/SenovillaArranz.pdf>

A la hora de seleccionar un valor se ha adoptado un criterio de prelación, siendo preferidos los valores del Guía de Buenas Prácticas de IPCC con relación a los del Manual de Referencia de IPCC en caso de discrepancia entre ambas fuentes. En la tabla A.3.2.6. se incluyen etiquetas de calidad con rango A a E, siendo A de máxima calidad y E el de mínima.

De todos los valores de la tabla A.3.2.6. se decidió finalmente incorporar al Inventario como información de parámetros de los cultivos aquellos que tuvieran asociados códigos de calidad A, B o C en sus etiquetas, descartándose, en consecuencia, aquellos etiquetados como D o E por considerarlos de inferior calidad.

Tabla A.3.2.6.- Parámetros relativos a la quema de residuos de cultivos

Cultivo		Tasa residuo/ cultivo	Fuente	Q	Materia seca	Fuente	Q	Fracción de carbono	Fuente	Q	Fracción de nitrógeno	Fuente	Q
HORTALIZAS	Acelga	0,25	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Achicoria y otros	0,25	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Ajo	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Alcachofa	0,80	1	A	0,17	6	B	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Apio	1,00	4	D	0,05	6	B	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Berza	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Berenjena	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Calabaza y calabacín	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Cardo	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Cebolla	1,00	4	D	0,08	6	B	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Cebolleta	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Col y repollo	4,00	7	C	0,14	6	B	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Coliflor	4,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Escarola	0,25	4	D	0,06	6	B	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Espárrago	1,00	4	D	0,08	6	B	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Espinaca	0,25	7	C	0,09	6	B	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Flores	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Fresa y fresón	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Guindilla	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Lechuga	0,18	7	C	0,05	6	B	0,4400	3	B	0,0314	3	B
	Melón	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Nabo y otras	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Patata	0,43	1	A	0,45	1	A	0,4226	1	A	0,0110	1	A
	Pepinillo	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Pepino	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Pimiento	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Puerro	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Rábano	1,00	7	C	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Sandía	1,00	4	D	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Tomate	1,00	7	C	0,10	1	E	0,4100	3	C	0,0274	3	C
	Zanahoria	1,00	4	D	0,16	6	B	0,4100	3	C	0,0274	3	C

Tabla A.3.2.6. (continuación) - Parámetros relativos a la quema de residuos de cultivos

Cultivo		Tasa residuo/ cultivo	Fuente	Q	Materia seca	Fuente	Q	Fracción de carbono	Fuente	Q	Fracción de nitrógeno	Fuente	Q
FRUTALES	Aguacate	0,16	4	D	0,80	4	E	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Albaricoquero	0,16	4	D	0,80	4	E	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Almendro	3,17	2	C	0,85	6	B	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Avellano	3,17	4	D	0,95	6	B	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Cerezo y guindo	0,16	4	D	0,80	4	E	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Chirimoyo	0,00	4	E	0,80	4	E	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Ciruelo	0,16	4	D	0,80	4	E	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Higuera	0,16	4	D	0,80	4	E	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Limonero	0,07	2	C	0,80	4	E	0,5500	3	B	0,0203	3	B
	Mandarino	0,07	2	C	0,80	4	E	0,5500	3	B	0,0203	3	B
	Manzano	0,16	2	C	0,80	4	E	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Melocotonero	0,16	4	D	0,80	4	E	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Membrillero	0,16	4	D	0,80	4	E	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Naranja	0,07	2	C	0,80	4	E	0,5500	3	B	0,0203	3	B
	Níspero	0,16	4	D	0,80	4	E	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Nogal	3,17	2	C	0,80	4	E	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Olivar aderezo	1,13	2	C	0,7815	8	B	0,4952	8	B	0,0039	8	B
	Olivar almazara	1,13	2	C	0,7815	8	B	0,4952	8	B	0,0039	8	B
	Peral	0,16	4	D	0,80	4	E	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Plátano	0,00	4	E	0,80	4	E	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Viñedo mesa	0,43	2	C	0,736	9	C	0,5700	3	C	0,0036	3	C
	Viñedo vino	0,43	2	C	0,736	9	C	0,5700	3	C	0,0036	3	C
LEGUMINOSAS GRANO	Altramuz	1,00	4	E	0,85	4	E	0,4252	4	C	0,0250	5	C
	Garbanzo	1,00	4	E	0,85	4	E	0,4252	4	C	0,0250	5	C
	Guisante seco	1,38	7	D	0,90	6	B	0,2211	4	C	0,0130	6	B
	Guisante verde	1,50	1	A	0,87	1	A	0,2415	4	C	0,0142	1	A
	Haba seca	1,00	4	E	0,85	6	B	0,2721	4	C	0,0160	6	B
	Haba verde	1,00	4	E	0,85	6	B	0,4252	4	C	0,0250	5	C
	Judía seca	1,65	7	D	0,89	6	B	0,2041	4	C	0,0120	6	B
	Judía verde	2,10	1	A	0,86	1	A	0,2041	4	C	0,0120	6	B
	Lenteja	1,43	7	D	0,85	4	E	0,4252	4	C	0,0250	5	C
	Veza	1,00	4	E	0,85	6	B	0,4932	4	C	0,0290	6	B
LEGUMINOSAS FORRAJERAS	Alfalfa	0,00	1	A	0,25	6	B	0,4422	4	C	0,0260	6	B
	Esparceta	0,00	1	A	0,25	4	E	0,4252	4	C	0,0250	5	C
	Trébol	0,00	1	A	0,25	4	E	0,4252	4	C	0,0250	5	C
	Veza forrajera	0,00	1	A	0,25	6	B	0,5102	4	C	0,0300	6	B
	Yero	0,00	1	A	0,25	4	E	0,4252	4	C	0,0250	5	C
	Zulla	0,00	1	A	0,25	4	E	0,4252	4	C	0,0250	5	C

Tabla A.3.2.6. (continuación) - Parámetros relativos a la quema de residuos de cultivos

Cultivo		Tasa residuo/ cultivo	Fuente	Q	Materia seca	Fuente	Q	Fracción de carbono	Fuente	Q	Fracción de nitrógeno	Fuente	Q
CULTIVOS INDUSTRIALES	Algodón	2,00	4	E	0,93	6	B	0,2450	4	E	0,0098	6	B
	Colza	4,00	7	C	0,83	6	B	0,2000	4	E	0,0080	6	B
	Caña de azúcar	2,00	4	E	0,83	1	A	0,4235		A	0,0040	1	A
	Lino	2,00	4	E	0,93	6	B	0,2650	4	E	0,0106	6	B
	Lúpulo	2,00	4	E	0,85		E						
	Remolacha azucarera	0,30	1	A	0,15	1	A	0,4072		A	0,0228	1	A
	Remolacha mesa	0,30	1	A	0,15	1	A	0,4072		A	0,0228	1	A
	Tabaco	2,00	4	E	0,78	6	B				0,0400	6	B
	Soja	2,10	1	A	0,87	1	A	0,3912	4	C	0,0230	1	A
	Girasol	2,08	7	D	0,87	6	B	0,2000	4	E	0,0080	6	B
CEREALES	Avena	1,30	1	A	0,92	1	A	0,4118	4	C	0,0070	1	A
	Arroz	1,40	1	A	0,85	1	A	0,4144		A	0,0067	1	A
	Cebada	1,20	1	A	0,85	1	A	0,4567		A	0,0043	1	A
	Centeno	1,60	1	A	0,90	1	A	0,3840	4	C	0,0048	1	A
	Maíz	1,00	1	A	0,78	1	A	0,4709		A	0,0081	1	A
	Sorgo	1,40	1	A	0,91	1	A	0,5400	4	B	0,0108	1	A
	Trigo	1,30	1	A	0,85	1	A	0,4853		A	0,0028	1	A
	Triticale	1,30	4	E	0,90	6	B	0,5600	4	C	0,0070	6	B
	Otros cereales	1,50	4		0,85	4					0,0150	4	
CULTIVOS FORRAJEROS	Sorgo forrajero	0,00	1	A	0,26	6	B	0,5400	4	E	0,0108	4	D
	Maíz forrajero	0,00	1	A	0,85	5	B	0,5200	4	C	0,0065	5	B
	Calabaza forrajera	0,00	1	A									
	Col forrajera	0,00	1	A	0,12	6	B				0,0300	6	B
	Praderas polifitas	0,00	1	A	0,25		E	0,5250	4	C	0,0210	5	B
	Otras gramíneas forrajeras	1,00	4		0,18	4					0,0150	4	
	Otras leguminosas forrajeras	1,00	4		0,20	4					0,0300	4	
OTROS	Otras hortalizas	1,00	4		0,10	4					0,0150	4	
	Otras leguminosas	1,81	4		0,85	4					0,0150	4	
	Otros cítricos	0,07	4		0,80	4					0,0150	4	
	Otros forrajeros	1,00	4		0,10	4					0,0150	4	
	Otros industriales	2,00	4		0,80	4					0,0150	4	
	Otros leñosos	1,00	4		0,80	4					0,0150	4	
	Otros no cítricos	1,00	4		0,80	4					0,0150	4	
	Otros tubérculos	0,50	4		0,40	4					0,0150	4	

Esta tabla es, por tanto, la ampliación y ajuste al caso español de la tabla 4-17 del Manual de Referencia IPCC. Tanto una como la otra son incompletas, es decir no aparecen todos los cultivos que se consideran en el Inventario, por tanto, las estimaciones de las emisiones sólo se pueden realizar sobre los cultivos de los que se dispone de información completa de los parámetros que aparecen en la tabla A.3.2.6., sin tener en cuenta los asociados con una etiqueta de calidad D ó E como se explicó anteriormente.

d) Porcentajes de quema de residuos agrícolas

Los residuos agrícolas quemados en los campos han sufrido un serio retroceso durante el periodo inventariado debido a sucesivas reglamentaciones, cada vez más restrictivas. En la Tabla A3.2.7 se recogen las fracciones quemadas por tipo de cultivo y periodo. Los cultivos que no aparecen se considera que no tienen quema de residuos.

La reglamentación española para los cereales diferencia entre dos zonas: una sur (zona A) y otra norte (zona B), cada una de ellas con porcentajes de quema distintos como se observa en la tabla.

Tabla A3.2.7.- Porcentajes de quema

Periodo	Cultivo	Fracción quemada (%)
1990-1999	Cereales	7,1
	Tubérculos	100
	Caña de azúcar	100
	Algodón	50
	Lino, colza, girasol y otros cultivos industriales	50
	Soja	50
	Tabaco	100
	Hortalizas (planta, bulbo o raíz)	50
	Hortalizas (fruto)	50
2000	Cereales (Zona A)	2,4
	Cereales (Zona B)	1,2
	Tubérculos	50
	Caña de azúcar	50
	Algodón	33,3
	Lino, colza, girasol y otros cultivos industriales	33,3
	Hortalizas (fruto)	20
	Resto de cultivos	Igual que 1990
2001-2003	Cereales (Zona A)	1,2
	Algodón	33,3
	Tabaco	100
2004-2011	Tabaco	100
	Algodón	33,3

Fuente: BNAE 2006 (2009). Pág. 12-14 y BNAE 2008 (2010).Pág. 14-16

A3.3.- Usos y cambios de uso de la tierra y selvicultura

En este epígrafe se presentan comentarios y tablas adicionales sobre el contenido del capítulo 7 “Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y selvicultura” del informe del inventario 1990-2011. El epígrafe se estructura en dos subapartados que tratan respectivamente sobre:

- a) Ilustración de la metodología utilizada en la categoría 5A (bosque) para el cálculo de la biomasa
- b) Cálculo de la variable básica intermedia Carbono emitido como CO₂ en los incendios forestales

A3.3.1.- Ilustración de la metodología utilizada en la categoría 5A (bosque) para el cálculo de la biomasa

El cálculo del carbono existente en la biomasa viva en el bosque que se mantiene como bosque se ha calculado utilizando un procedimiento basado en la GPG-LULUCF 2003.

Como ejemplo explicativo se presenta el caso de una de las provincias de España: Madrid, ya que un cálculo análogo se ha realizado para todas las provincias.

De los dos Inventarios Forestales Nacionales (IFN2 e IFN3) utilizados se toman para cada provincia los datos de volumen maderable en m³ por hectárea y por especie. El producto de estos volúmenes por los parámetros de expansión de biomasa⁴ (BEF), da como resultado el valor anual de biomasa aérea (Ba) en toneladas de materia seca (m.s.) por hectárea.

$$Ba = V \bullet BEF$$

donde,

Ba = biomasa aérea anual (t m.s. ha⁻¹)

V = volumen maderable (m³ ha⁻¹)

BEF = factor de expansión de biomasa para convertir el volumen maderable a biomasa arbórea sobre el suelo (t m.s. m⁻³ volumen maderable)

Aplicando el factor de expansión de raíces (R) a este valor anual, se obtiene el valor total anual de biomasa (B_{TOTAL}), tanto aérea como subterránea, como puede verse en la tabla A.3.3.1.

⁴ Estos parámetros de expansión de biomasa (BEF) se muestran, más adelante, en la tabla A.3.3.5.

$$B_{ha} = Ba \bullet (1 + R)$$

donde,

B_{ha} = biomasa total por hectárea (t m.s. / ha)

Ba = biomasa aérea (t m.s. / ha)

R = relación raíz-vástago⁵ (sin dimensiones)

En la Tabla 3A.1.8 de la GPG-2003 se proponen una serie de valores para R. Se han tomado los correspondientes a los tipos de vegetación de coníferas y frondosas, de las que se ha calculado la media de los valores, obteniendo:

- Bosque de coníferas. $R = 0,337$
- Bosque de frondosas. $R = 0,326$

Tabla A.3.3.1.- Conversión del volumen con corteza medido en el IFN2 al valor anual de biomasa, tanto aérea como subterránea

VCC	Especie	Vcc (m ³ /ha)	BEFD (t/m ³)	R	B _{ha} =Vcc•BEF• (1+R)
Madrid	Arboles ripícolas	1,50	0,62	0,326	1,23
	Castanea sativa	0,17	0,75	0,326	0,17
	Fraxinus angustifolia	1,52	0,83	0,326	1,68
	Otras frondosas	0,26	0,80	0,326	0,28
	Quercus faginea	0,12	1,11	0,326	0,17
	Quercus ilex	2,81	1,28	0,326	4,77
	Quercus pyrenaica	2,89	1,11	0,326	4,25
	Quercus suber	0,04	1,28	0,326	0,06
	TOTAL FRONDOSAS				12,62
	Cupressus sempervirens	0,05	0,55	0,337	0,03
	Juniperus communis	0,24	0,80	0,337	0,25
	Pinus halepensis	0,75	0,74	0,337	0,74
	Pinus nigra	0,79	0,64	0,337	0,67
	Pinus pinaster	7,15	0,55	0,337	5,26
	Pinus pinea	4,03	0,73	0,337	3,93
	Pinus sylvestris	19,77	0,62	0,337	16,39
	Pinus uncinata	0,07	0,80	0,337	0,07
	TOTAL CONIFERAS				27,35
	TOTALES	42,15			39,97

A partir del resultado de B_{ha} para cada inventario forestal (IFN2 e IFN3) y por provincia, se puede calcular su valor en cada año. Para ello se realiza la diferencia entre inventarios y se divide entre el número de años transcurridos entre éstos, obteniéndose un valor medio, G_{TOTAL} , (Tabla A.3.3.2).

⁵ Entendido vástago como el total de la biomasa aérea.

Tabla A.3.3.2.- Obtención de los valores de B_{ha} a partir de los datos del Segundo y Tercer Inventario Forestal Nacional (t m.s. / ha)

Madrid	$B_{ha}=V_{cc} \times BEFD \times (1+R)$ (t m.s. / ha)	Años inventarios	Dif. años entre inventarios (A) (año)	Dif. Bt entre inventarios (B) (t m.s. / ha)	G_{TOTAL} (t m.s. / ha y año)
IFN3	44,12	2000			
IFN2	39,97	1990	10	4,15	0,42

Madrid	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
	39,97	42,05	44,12	46,20	47,03	47,44	47,86	48,27	48,69

Este procedimiento de cálculo de las existencias se ha realizado para cada provincia, cada una de las cuales se ha agrupado en su respectiva Comunidad Autónoma, obteniéndose resultados al nivel de Comunidad Autónoma como se muestra en la tabla A.3.3.3 siguiente.

Tabla A.3.3.3.- Valores de B_{ha} por Comunidad Autónoma y total España (t m.s. / ha)

CCAA	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Andalucía	24,43	26,10	27,76	29,43	30,10	30,43	30,77	31,10	31,43
Aragón	35,62	39,45	43,27	47,10	48,63	49,39	50,16	50,92	51,68
Asturias	91,02	102,99	114,96	126,93	131,72	134,11	136,50	138,90	141,29
Islas Baleares	48,73	49,58	50,43	51,28	51,62	51,79	51,96	52,13	52,30
Canarias	66,00	72,46	78,93	85,39	87,98	89,27	90,57	91,86	93,15
Cantabria	128,74	130,34	131,94	133,54	134,18	134,50	134,82	135,14	135,46
Castilla y León	41,53	45,84	50,16	54,47	56,19	57,06	57,92	58,78	59,64
Castilla La Mancha	33,82	33,31	32,81	32,30	32,10	31,99	31,89	31,80	31,70
Cataluña	62,05	70,24	78,43	86,63	89,90	91,54	93,18	94,82	96,46
C. Valenciana	18,35	21,86	25,37	28,88	30,28	30,98	31,68	32,38	33,08
Extremadura	17,92	21,51	25,09	28,68	30,11	30,83	31,54	32,26	32,98
Galicia	71,72	80,93	90,14	99,35	103,04	104,88	106,72	108,58	110,49
Madrid	39,97	42,05	44,12	46,20	47,03	47,44	47,86	48,27	48,69
Murcia	14,94	19,52	24,11	28,69	30,52	31,44	32,36	33,27	34,19
Navarra	122,42	123,79	125,17	126,54	127,09	127,37	127,64	127,92	128,19
País Vasco	76,83	88,86	100,88	112,90	117,71	120,11	122,52	125,04	127,55
La Rioja	87,49	95,81	104,13	112,46	115,78	117,45	119,11	120,78	122,44
España	43,61	47,66	51,71	55,76	57,38	58,20	59,01	59,83	60,66

La superficie de bosque se ha dividido en dos subapartados: a) la superficie de bosque (*FL permanece*) que se mantiene como bosque una vez descontadas las superficies que se deforestan y que pasan a asentamientos (SL), y b) la superficie que pasa a ser bosque procedente de la forestación de tierras agrícolas (forestación de la PAC y otras forestaciones de tierras agrícolas), más forestación de pastizales (GL) y forestación de otras tierras (OL). De estas conversiones se da la correspondiente a cada año especificando la procedencia de la clase de uso de la tierra (CL, GL y OL), y se acumula a *FL transición* estas conversiones anuales hasta que ha transcurrido un periodo de 20 años. En el caso a) las estimaciones de carbono se han realizado según el apartado 7.2.4.1.1. *Bosque que se mantiene como bosque* del capítulo 7, metodología recién explicada en este mismo apartado del anexo. En

el caso b) se han calculado siguiendo la metodología del apartado 7.2.4.2.1 *Tierras que pasan a ser bosque*.

Las estimaciones de carbono fijado, expresado ya en CO₂, se presentan en la tabla A.3.3.4 y en las figuras 7.2.3 y 7.2.4 del capítulo 7:

Tabla A.3.3.4.- Fijación de carbono en el stock de biomasa viva de los sistemas forestales (Cifras en Gg CO₂)

Año	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
FL permanece	18.716	18.712	18.707	18.702	18.700	18.699	18.698	18.741	18.792
FL transición	98	1.222	3.542	5.239	5.718	5.841	5.963	5.952	5.905
CL → FL	3	532	2.275	3.210	3.503	3.592	3.681	3.772	3.866
GL → FL	17	141	278	346	365	369	373	354	316
OL → FL	78	549	989	1.683	1.850	1.880	1.909	1.825	1.723
TOTAL	18.814	19.934	22.249	23.941	24.418	24.540	24.661	24.693	24.697

FL_{permanece}: Bosque que se mantiene como bosque con relación al año anterior.

FL_{transición}: Tierras forestadas/reforestadas hasta el año de referencia, pero que todavía permanecen en su periodo de maduración de 20 años, antes de pasar a FL_{permanece}.

CL → FL, GL → FL y OL → FL: Tierras forestadas/reforestadas provenientes, en su uso anterior, respectivamente de CL, GL y OL.

Tabla A3.3.5.- Factores de expansión de biomasa (BEF)

valores CREAM
valores obtenidos por comparación con otras especies
valores guía de buenas prácticas (1,6*0,5=0,8)

ESPECIES FRONDOSAS	BEF	SP DE COMPARACIÓN
<i>Acacia spp.</i>	0,80	
<i>Acer spp.</i>	0,90	Ulmus
<i>Alnus glutinosa</i>	0,62	
Árboles fuera de monte (ribera arb.)	0,62	Alnus
Árboles ripícolas	0,62	Alnus
<i>Arbutus unedo</i>	0,80	
<i>Betula spp.</i>	0,73	
<i>Castanea sativa</i>	0,75	
<i>Ceratonia siliqua</i>	1,28	Q ilex
<i>Corylus avellana</i>	0,80	
<i>Crataegus spp.</i>	0,80	
<i>Erica spp.</i>	0,80	
<i>Eucalyptus spp.</i>	0,81	
<i>Fagus sylvatica</i>	0,81	
<i>Fraxinus spp.</i>	0,83	
<i>Ilex spp.</i>	0,80	
<i>Laurus azorica</i>	0,80	
Mezcla de árboles de ribera	0,62	Alnus
Mezcla de pequeñas frondosas	0,80	
<i>Myrica faya</i>	0,80	
<i>Olea europaea</i>	1,28	Q ilex
Otras especies	0,80	
Otras frondosas	0,80	
Otras laurisilvas	0,80	
<i>Persea indica</i>	0,80	
<i>Phillyrea latifolia</i>	0,80	
<i>Phoenix canariensis</i>	0,80	
<i>Platanus spp.</i>	0,90	Ulmus
<i>Populus sp.</i>	0,62	Alnus
<i>Prunus spp.</i>	0,80	
<i>Quercus canariensis</i>	1,00	
<i>Quercus faginea</i>	1,11	
<i>Quercus ilex</i>	1,28	
<i>Quercus petraea</i>	0,84	
<i>Quercus pubescens (Q. humilis)</i>	0,89	
<i>Quercus pyrenaica</i>	1,11	Q faginea
<i>Quercus robur</i>	0,84	Q petraea
<i>Quercus rubra</i>	0,80	
<i>Quercus suber</i>	1,28	Q ilex
<i>Robinia pseudacacia. Sophora japonica</i>	0,80	
<i>Robinia pseudacacia. Sophora japonica. Gleditsia triacanthos.</i>	0,80	
<i>Salix spp.</i>	0,80	
<i>Sorbus spp.</i>	0,80	
<i>Tilia spp.</i>	0,90	Ulmus
<i>Ulmus spp.</i>	0,90	

ESPECIES CONÍFERAS	BEF	SP DE COMPARACIÓN
<i>Abies alba</i>	0,61	
<i>Abies pinsapo</i>	0,61	Abies alba
<i>Cedrus sp.</i>	0,55	P pinaster
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	0,44	P radiata
Coníferas autóctonas	0,44	P radiata
Coníferas, excepto pinos y abetos	0,64	P nigra
<i>Cupressus sp.</i>	0,55	P pinaster
<i>Juniperus spp.</i>	0,80	
<i>Larix spp.</i>	0,64	P nigra
Otras coníferas	0,64	P nigra
Otros pinos	0,64	P nigra
<i>Picea abies</i>	0,44	P radiata
<i>Pinus canariensis</i>	0,55	P pinaster
<i>Pinus halepensis</i>	0,74	
<i>Pinus nigra</i>	0,64	
<i>Pinus pinaster</i>	0,55	
<i>Pinus pinea</i>	0,73	
<i>Pinus radiata</i>	0,44	
<i>Pinus sylvestris</i>	0,62	
<i>Pinus uncinata</i>	0,61	
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0,44	P radiata
Sabinas/enebrales	0,80	

FUENTES:

Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
 Inventario Forestal Nacional (DGB; Ministerio de Medio Ambiente)
 Centro de Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF)
 Elaboración del Servicio de Protección contra Agentes Nocivos (SPCAN) según datos IFN

A3.3.2.- Cálculo de la variable básica intermedia, carbono emitido como CO₂, en los incendios forestales

Para el cálculo de las emisiones derivadas de los incendios forestales de gases de efecto invernadero distintos de CO₂ se requiere, en aplicación de la metodología de IPCC (GPG-LULUCF 2003), el cálculo de la variable intermedia, masa de carbono emitida como CO₂ en los incendios forestales.

Para efectuar este cálculo debe determinarse previamente la masa de carbono anterior al incendio y que va a ser afectada por el mismo dando origen a emisiones de CO₂.

En la tabla siguiente se muestra el algoritmo y los resultados del cálculo de la masa de carbono antes del incendio que va a ser afectada por el mismo dando lugar a emisiones de CO₂.

Tabla A3.3.6.- Estimación del Carbono almacenado antes de incendio (toneladas de C)

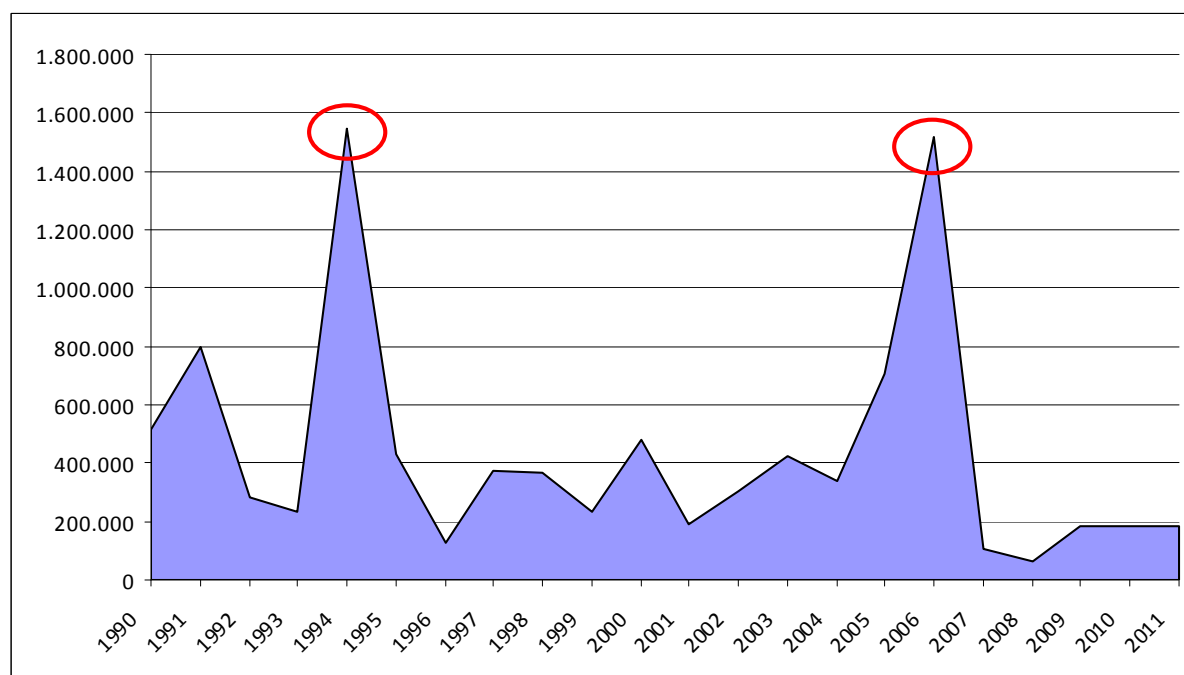
AÑO	CARBONO ANTES DE INCENDIO		
	$M = M_c * dc + M_f * df + S_c * ic * dc + S_f * if * df$	PL=0,2455 M	B=0,9636 M
1990	952.629	233.870	917.954
1991	1.479.849	363.303	1.425.983
1992	520.086	127.681	501.155
1993	426.682	104.751	411.151
1994	2.857.013	701.397	2.753.017
1995	793.089	194.703	764.220
1996	231.347	56.796	222.926
1997	696.669	171.032	671.311
1998	682.034	167.439	657.208
1999	424.941	104.323	409.473
2000	884.332	217.103	852.142
2001	358.474	88.005	345.426
2002	564.709	138.636	544.154
2003	779.157	191.283	750.795
2004	626.659	153.845	603.849
2005	1.302.582	319.784	1.255.168
2006	2.816.535	691.459	2.714.013
2007	191.307	46.966	184.344
2008	119.376	29.307	115.031
2009	340.709	83.644	328.307
2010	335.358	82.330	323.151
2011	335.358	82.330	323.151

donde,

- M** Fracción comercial
- B** Resto de biomasa aérea
- PL** Hojarasca/desechos

Tabla A3.3.7.- Emisiones en masa de Carbono y masa de CO₂ originadas por los incendios forestales

AÑO	$C=(0,2*(B+M) + 0,6*PL)$	$CO_2=(0,2*(B+M) + 0,6*PL)*44/12$
1990	514.439	1.886.276
1991	799.148	2.930.210
1992	280.857	1.029.809
1993	230.417	844.862
1994	1.542.844	5.657.095
1995	428.284	1.570.374
1996	124.932	458.084
1997	376.215	1.379.457
1998	368.312	1.350.478
1999	229.476	841.413
2000	477.557	1.751.042
2001	193.583	709.805
2002	304.954	1.118.165
2003	420.760	1.542.787
2004	338.408	1.240.831
2005	703.420	2.579.208
2006	1.520.985	5.576.946
2007	103.310	378.802
2008	64.465	236.373
2009	183.990	674.628
2010	181.100	664.034
2011	181.100	664.034

Figura A3.3.1.- Serie histórica de emisiones de Carbono originadas por los incendios forestales e identificación de los años con mayor incidencia de incendios (t de C)

ANEXO 4.- ENFOQUE DE REFERENCIA Y SU COMPARACIÓN CON EL ENFOQUE SECTORIAL

Enfoque de referencia

El enfoque de referencia proporciona una aproximación a las emisiones de CO₂ por combustión (categoría IPCC 1A), tratando exclusivamente con información agregada a nivel nacional de: a) producción interior de combustibles primarios; b) saldo neto de comercio exterior (importaciones menos exportaciones) de combustibles primarios y secundarios; c) variación de existencias (existencias inicial menos final) de combustibles primarios y secundarios; y d) uso no energético de combustibles primarios y secundarios.

Este procedimiento, que sigue un tratamiento arriba-abajo, sirve como método de contrastación de las estimaciones de emisiones de CO₂ en procesos combustivos realizadas con el enfoque sectorial, que sigue un tratamiento abajo-arriba, que es el efectivamente utilizado para la presentación de los resultados del inventario nacional español.

Descripción del enfoque

El principio de este procedimiento es el cómputo del carbono total emitido procedente de los combustibles fósiles consumidos en el país, sin distinguir el proceso o actividad socioeconómica en la cual se empleó.

Los datos socioeconómicos relativos al comercio exterior, procedencia o destino de los combustibles, determinan la disponibilidad para consumo nacional (consumo aparente)¹. En este procedimiento se asume que la partida así estimada de combustible se consume íntegramente, en actividades de combustión o con fines no energéticos.

El enfoque contempla que el carbono presente en el combustible puede emitirse directamente a la atmósfera o permanecer en el producto no combustible que lo utiliza como materia prima o materia intermedia², o como residuo en las cenizas de la combustión. Atendiendo a este principio, el carbono emitido se estima con el carbono total contenido en el combustible disponible, descontando la parte retenida en el producto o en las cenizas. Se hace notar que la estimación de carbono emitido contabiliza las emisiones de carbono inmediatas, no así la oxidación retardada que pudiera ocasionarse en el carbono almacenado en los productos no-energéticos.

¹ Disponibilidad total de combustibles primarios y cantidad neta (saldo neto del comercio exterior ajustado por la variación de existencias) para combustibles secundarios.

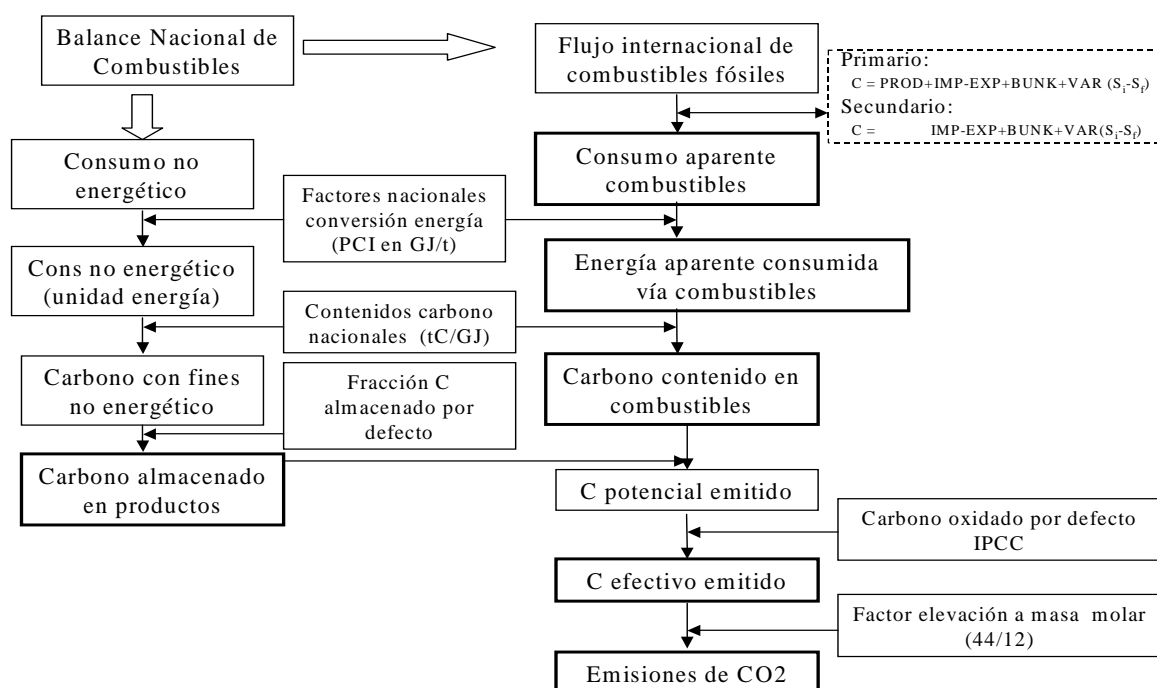
² Entre los productos de uso no energético se pueden citar los insumos intermedios como los lubricantes o la nafta obtenidos en el refino del crudo de petróleo.

Aspectos metodológicos

Elección del método

El enfoque de referencia ha sido desarrollado siguiendo los criterios metodológicos expuestos en el Manual de Referencia 1996 de IPCC (véase diagrama explicativo en la figura A4.1 adjunta). Sólo hay que reseñar una cierta cualificación de la metodología descrita por IPCC con relación a los combustibles de uso no energético; en el caso de los “aceites de carbón y alquitranes” se ha adoptado como variable la producción de benzol y alquitrán bruto en coquerías, mientras que para “bitumen y alquitranes” se ha aplicado directamente el dato reportado bajo el epígrafe “Uso no energético” del balance energético nacional³.

Figura A4.1.-criterios metodológicos de IPCC para el desarrollo del enfoque de referencia



Leyenda: C: Consumo aparente; PROD: Producción de un combustible primario; IMP: Importaciones; EXP: Exportaciones; BUNK: Bunkers internacionales; VAR($S_i - S_f$): Variación de existencias (diferencia entre las existencias a comienzos del año, S_i , y a finales del mismo, S_f).

³ IPCC sugiere aplicar variables proxy para ambos grupos (Manual de Referencia 1996 de IPCC)

Variables socioeconómicas

Las variables que intervienen en esta estimación están asociadas con los combustibles fósiles y son:

- a) Flujos origen-destino: Comprende la exportación, importación, bunkers internacionales (marinos y aéreos) y variación nacional de existencias. En el caso de combustibles primarios se incluye junto a las variables ya mencionadas la producción.
- b) Usos no energéticos.

Todos los datos socioeconómicos proceden del balance de combustibles elaborado como parte del inventario de emisiones. Se enuncian a continuación las principales fuentes de referencia nacionales consultadas para su realización, por lo que respecta a las variables:

- a) Balances energéticos de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y de EUROSTAT, complementados con cuestionarios energéticos internacionales del MINETUR para los citados organismos. Estas fuentes se utilizan en el enfoque de referencia para la captura de la información de base relativa a los flujos origen-destino, bunkers internacionales (marinos) y determinados insumos no energéticos.
- b) Estadísticas elaboradas por MINETUR con datos de flujos entrada-salida en fábricas de pasta coquizable y coquerías, “Estadística de Fabricación de Pasta Coquizable, de Coquería y de Gas de Horno Alto”, para la recopilación de información acerca del uso no energético de “Aceites de carbón y alquitranes”, no disponible en la fuente anterior.
- c) Estimación de los bunkers internacionales aéreos basada en el modelo nacional para la cuantificación del consumo y emisiones por el tráfico aéreo, modelo MECETA⁴.
- d) Información directa de planta o asociación del sector relativa al uso de combustibles fósiles como insumos no energéticos siguiendo la traza de sector/proceso, que es la que, para determinados tipos de combustible, ha determinado tanto las cantidades consumidas para este fin como la retención de carbono en productos, versus su emisión como CO₂ complementando y reemplazando las cifras reportadas en las fuentes anteriores. Entre los sectores/procesos investigados, en la mayoría de los casos a nivel individualizado planta, se citan los siguientes: i) carbonato sódico; ii) carburo de calcio y de silicio; iii) silicio; iv) ferroaleaciones (ferrosilicio, ferromanganeso o silicio de manganeso); v) amoniaco; vi) vidrio; vii) acero en acerías eléctricas; viii) aluminio (fabricación de ánodos); ix) hidrógeno en plantas emplazadas en el sector refino y x) refinerías. La explotación de esta información ha conducido a una revisión en el inventario de las cifras de gas natural, coque de petróleo, coque de carbón y carbones (hulla y antracita) y otros combustibles cuyo consumo registrado para uso no

⁴ Para una descripción metodológica del modelo véase el capítulo de Energía, apartado 3.6, en documento principal de este informe.

energético resulta más minoritario, tales como carbón coquizable, gasóleo, GLP, fuelóleo, gases siderúrgicos y de refinería o madera.^{5 6}

En la tabla A4.1. se presenta, para cada uno de los mencionados combustibles, la serie 2005-2011 de consumos con fines no energéticos registrados por el inventario, así como su cobertura respecto a las cantidades publicadas en los cuestionarios internacionales del MINETUR. La cantidad registrada, entendida esta como la suma de aquellas partidas empleadas para usos no energéticos que han resultado trazables a partir de la información disponible por el inventario de plantas o sectores, ha sido tomada como dato de consumo no energético, reubicando la fracción no cubierta de los cuestionarios internacionales al consumo energético (actividades de la categoría IPCC 1A).⁷

Tabla A4.1.- Consumos no energéticos registrados en el inventario

Líquidos:

Año	Coque de petróleo (kt)		Gasóleo (kt)		GLP (kt)		Fuelóleo (kt)		Gas de refinería (kt)	
	Registrado	%	Registrado	% (*)	Registrado	% (*)	Registrado	% (*)	Registrado	% (*)
2005	218	31%	NO	NA	2,0	NA	NO	NA	16	NA
2006	220	34%	NO	NA	2,3	NA	NO	NA	16	NA
2007	208	37%	NO	NA	1,5	NA	NO	NA	19	NA
2008	216	42%	NO	NA	0,9	NA	NO	NA	24	NA
2009	160	33%	NO	NA	0,3	NA	NO	NA	24	NA
2010	168	33%	NO	NA	0,9	NA	NO	NA	24	NA
2011	199	43%	NO	NA	0,7	NA	NO	NA	29	NA

Sólidos:

Año	Coque de carbón (kt)		Hulla y antracita (kt)		Carbón coquizable (kt)		Gases siderúrgicos (TJ _{PCI})	
	Registrado	% (*)	Registrado	%	Registrado	%	Registrado	%
2005	178	NA	333	NA	17	NA	1.049	NA
2006	191	NA	322	NA	18	NA	869	NA
2007	201	NA	322	NA	15	NA	931	NA
2008	201	NA	326	NA	12	NA	1.072	NA
2009	98	NA	197	NA	6	NA	413	NA
2010	163	NA	287	NA	8	NA	1.627	NA
2011	170	NA	290	NA	4	NA	1.014	NA

NA: No aplicable. El cuestionario internacional (y balances energéticos AIE/EUROSTAT) no recoge consumos para uso no energético del correspondiente tipo de combustible.

⁵ Siguiendo las recomendaciones del equipo revisor de UNFCCC en la edición 2011, se han investigado los usos del gas natural y del coque de petróleo como insumos no energéticos reasignando a uso energético (categoría IPCC 1A) la fracción remanente no registrada de la partida del cuestionario internacional (balances energéticos AIE/EUROSTAT), asegurando de este modo la no-infraestimación de las emisiones asociadas.

⁶ La caracterización de los combustibles consumidos con este fin difiere del procedimiento adoptado por defecto en el Enfoque de Referencia (véase apartado siguiente *Algoritmo de estimación de emisiones*). Así, al disponer de un mayor conocimiento de los tipos de combustibles y proceso en que se consumen, se ha optado por aplicar en el cómputo de la energía y emisiones asociadas a dichos combustibles factores presumiblemente más apropiados.

⁷ Tras la cumplimentación del CRF-Reporter se ha detectado un error de transcripción en los datos incorporados en el mismo referentes de uso no energético de hulla y antracita (cifras de consumos, contenidos de carbono y fracción de carbono almacenada). Este error, que provoca una leve infraestimación (inferior al 0,08%) de las emisiones netas de carbono y CO₂ asociadas a los combustibles sólidos para el periodo 1990-2011 y un incremento menor (inferior a 0,02) en las diferencias porcentuales de emisiones en la comparativa de los totales entre enfoques (sectorial vs. referencia), ha sido corregido en el presente anexo, presentándose las cifras revisadas en las tablas y gráficos siguientes.

Tabla A4.1.- Consumos no energéticos registrados en el inventario (Continuación)**Gaseosos:**

Año	Gas natural (TJ _{PCI})	
	Registrado	% (*)
2005	16.644	83%
2006	16.449	89%
2007	17.002	85%
2008	15.148	92%
2009	15.870	100%
2010	20.044	>100%
2011	27.871	>100%

Biomasa:

Año	Madera (TJ _{PCI})	
	Registrado	%
2005	2.138	NA
2006	1.952	NA
2007	1.904	NA
2008	1.877	NA
2009	793	NA
2010	1.900	NA
2011	2.222	NA

NA: No aplicable. El cuestionario internacional (y balances energéticos AIE/EUROSTAT) no recoge consumos para uso no energético del correspondiente tipo de combustible.

(*) Los datos originales de gas natural en el cuestionario internacional están expresados en unidades de energía PCS. Para la conversión a energía PCI se han aplicado los factores de paso derivados de las características medias anuales proporcionadas por la principal compañía transportista nacional de gas.

Cabe reseñar el carácter provisional del balance del inventario nacional para el último año del periodo inventariado (año 2011), dado que parte de la información de base del último año inventariado tiene ese carácter provisional. El cuadro de los balances anuales es resultado del compendio y contrastación de toda la información disponible en la fase de elaboración del inventario actual.

Algoritmo de estimación de emisiones

En el algoritmo de estimación (véase diagrama explicativo en la figura A4.1 para mayor detalle) intervienen determinadas características de los combustibles fósiles y de sus formas de utilización: a) poderes caloríficos inferiores (PCI); b) contenidos de carbono; c) fracción de carbono almacenada en los productos que utilizan combustibles como materias primas o intermedias y d) fracción de carbono no oxidada.

Las características expresadas en el CRF Reporter corresponden a datos medios anuales del combustible tipo consumido; así, no deben interpretarse como valores representativos para cada partida que compone el consumo aparente (producción, importación, exportación, variación de existencias o bunkers internacionales), sino al consumo efectivo total. Esta recomendación tiene especial trascendencia en el caso de los carbones, hulla y antracita, cuya capacidad energética muestra variaciones significativas en función de su origen, nacional o internacional.

En la determinación de los valores medios anuales de PCI y contenidos de carbono se han tenido en cuenta las características implícitas, empleadas en el enfoque sectorial, para la estimación del CO₂ emitido en la categoría IPCC 1A. El inventario nacional dispone de información específica, a nivel de sector o de planta, de combustibles consumidos en

sectores socioeconómicos de relevancia tales como refinerías, centrales térmicas, siderurgia integral o transporte y distribución de gas natural; a los combustibles de las restantes actividades combustivas se les ha asignado en el enfoque sectorial unas características estándares.

La fracción de carbono oxidada y, en los productos para cuya elaboración emplean combustibles como materia prima o intermedia, la fracción de carbono almacenada son características de las cuales actualmente no se dispone en general de información nacional exhaustiva, aplicando en su defecto las cantidades sugeridas en el Manual de Referencia 1996 de IPCC.

A continuación se realiza una descripción más pormenorizada de los valores y procedimientos de estimación de los distintos parámetros:

a) Poderes caloríficos inferiores (PCI):

Los movimientos origen-destino de los combustibles fósiles sólidos y líquidos en el enfoque de referencia vienen expresados en términos de masa, reproduciendo las cifras originales del balance de combustibles del inventario. El consumo aparente de estos combustibles es posteriormente convertido a unidades energéticas (TJ de poder calorífico inferior) aplicando un PCI representativo nacional.

En el caso de combustibles fósiles contemplados a nivel sectorial, se seleccionó en el enfoque de referencia el factor anual promedio obtenido ponderando el PCI aplicado en cada actividad A, PCI_A , por el correspondiente consumo de combustible en términos de masa, M_A :

$$PCI_{E.R,t} = \frac{\sum_A PCI_{A,t} M_{A,t}}{\sum_A M_{A,t}} \quad t = t_0, \dots, t_n$$

Cuando el consumo nacional del combustible se realiza exclusivamente con fines no energéticos y, por tanto, no ha sido recogido en ninguna actividad de combustión se ha adoptado directamente el PCI por defecto propuesto en el Manual de Referencia 1996 de IPCC.

Los datos originales de los combustibles gaseosos (gas natural) vienen expresados en términos de energía de poder calorífico superior (TJ de PCS). Para la conversión a unidades energéticas de poder calorífico inferior se ha aplicado el factor deducido con la información proporcionada por la principal compañía transportadora nacional de gas natural.

b) Contenido de carbono (C):

El criterio observado en la elección del contenido de carbono ha sido favorecer la contrastación con el Enfoque Sectorial⁸. Así, en el enfoque de referencia se asignaron a los combustibles los contenidos de carbono anuales implícitos en el Enfoque Sectorial, C_{ES} , a partir de la emisión de carbono asociada y el consumo imputado del combustible:

⁸ Contrastación orientada a la detección de coberturas parciales tanto en imputaciones de combustible como en identificación de actividades fuente combustivas en el inventario.

$$C_{E.R,t} = C_{E.S,t} = \frac{EmisiónC_{E.S,t}}{EnergíaConsumida_{E.S,t}} = \frac{\left(\frac{12}{44}\right) \left(\frac{1}{CO_{Oxidado}}\right) EmisiónCO_{2E.S,t}}{EnergíaConsumida_{E.S,t}} \quad t = t_0, \dots, t_n$$

Desarrollando la fórmula anterior con las emisiones de CO₂ y consumos por actividad emisora, A, podría expresarse la ecuación como sigue:

$$C_{E.R,t} = \left(\frac{12}{44}\right) \left(\frac{1}{CO_{Oxidado}}\right) \frac{\sum_A EmisiónCO_{2A,t}}{PCI_{E.R,t} \sum_A M_{A,t}} \quad t = t_0, \dots, t_n$$

Igual que sucedía con los poderes caloríficos inferiores, este algoritmo no ha sido aplicado cuando los consumos anuales de un combustible tienen fines exclusivamente no energéticos, seleccionando en tal caso los valores por defecto de IPCC.

c) Fracción de carbono almacenada en los productos para cuya elaboración se emplean combustibles como materia prima o intermedia:

Según ya se ha indicado en la introducción del subapartado *Algoritmo de estimación de emisiones*, la fuente de referencia principal fue el Manual de Referencia 1996 IPCC. Los valores por defecto sugeridos en dicha guía se han respetado, a excepción del propuesto para los aceites de carbón y alquitranes (provenientes del carbón coquizable), modificado según juicio de experto ⁹, y para el gas natural, gasóleo y GLP, revisados según la información disponible sobre sus usos (proceso/sector) como insumos no energéticos¹⁰. Al resto de productos no contemplados por IPCC (hulla y antracita, coque siderúrgico, coque de petróleo, fuelóleo, carbón coquizable, gases siderúrgicos y de refinería, otros productos petrolíferos) se les asignaron estimaciones de este factor (véase tabla A4.2) basadas en la información disponible directa de planta o sector, complementada con juicio de experto.

⁹ Por lo que respecta a los aceites de carbón y alquitranes, la partida principal corresponde al alquitrán bruto, producto al cual se asume una fracción superior a la propuesta por IPCC.

¹⁰ Esta información, vía cuestionario, corresponde a procesos en los cuales no se produce un secuestro de carbono en el producto o subproductos: plantas de hidrógeno en refinerías (gas natural), fabricación de amoníaco (gas natural), producción de acero en acerías eléctricas (gasóleo, GLP) o incineración en antorchas (gas natural, GLP).

Tabla A4.2.- Fracción de carbono almacenada en los productos elaborados a partir de combustibles (periodo 1990-2011)

Producto/Combustible	Fracción C almacenado
Nafta	0,8
Lubricantes	0,5
Bitumen	1
Aceites de carbones y alquitranes	0,9
Gas natural (*)	0
Coque de petróleo (*)	0,03-0,05
Hulla y Antracita (*)	0,003-0,014
Coque de carbón (*)	0,05-0,18
Carbón coquizable (*)	0
Gases siderúrgicos (*)	0
Gasóleo (*)	0
GLP (*)	0
Fuelóleo (*)	0
Gas de refinería (*)	0
Otros productos petrolíferos	0,8
Madera (*)	0,009-0,015

(*) Rango de valores medios anuales deducidos de la información, directa de planta o sector, disponible por tipo de proceso/sector

Comparación del enfoque de referencia con el enfoque sectorial

En el inventario nacional, las discrepancias observadas entre ambos métodos son relativamente bajas, siendo sin embargo superado el 2% en términos de CO₂ emitido (umbral a partir del cual IPCC solicita sea justificada la discrepancia) en los años 1996 y 1997 con porcentajes no superiores al 2,5%. En la tabla A4.3 se muestran las diferencias porcentuales tanto en términos de energía como de CO₂ emitido¹¹.

¹¹ Energía: cantidad de energía, expresada en términos de poder calorífico inferior (PCI), contenida en el combustible, que constituye la cantidad máxima liberada en un proceso de combustión completo; Emisiones de CO₂: emisiones derivadas del contenido de carbono contenido en el combustible, considerando una oxidación parcial del carbono en la combustión.

Tabla A4.3.- Diferencia enfoque de referencia vs. enfoque sectorial

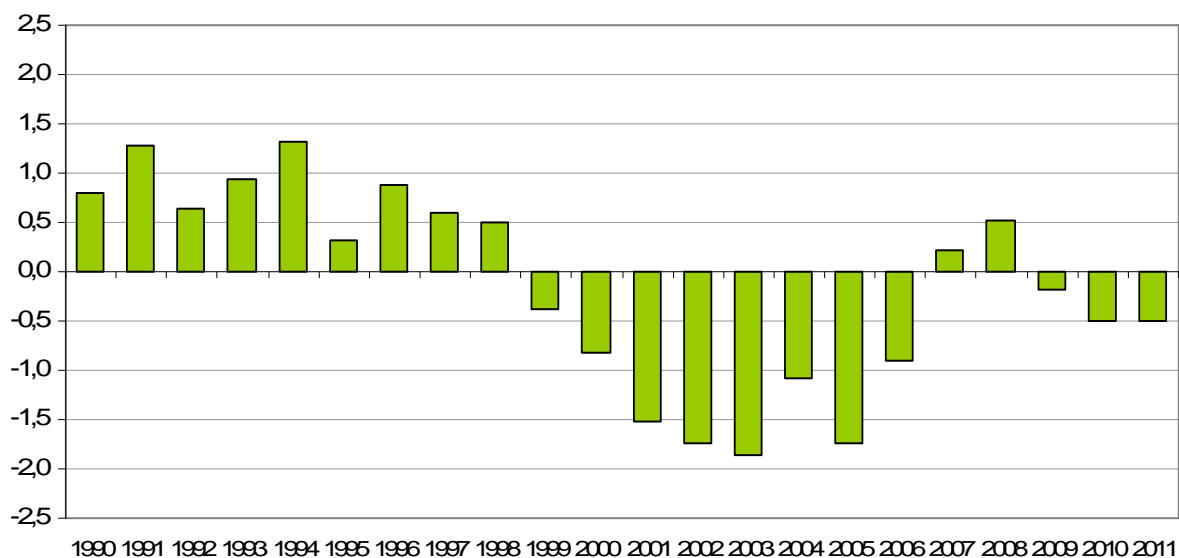
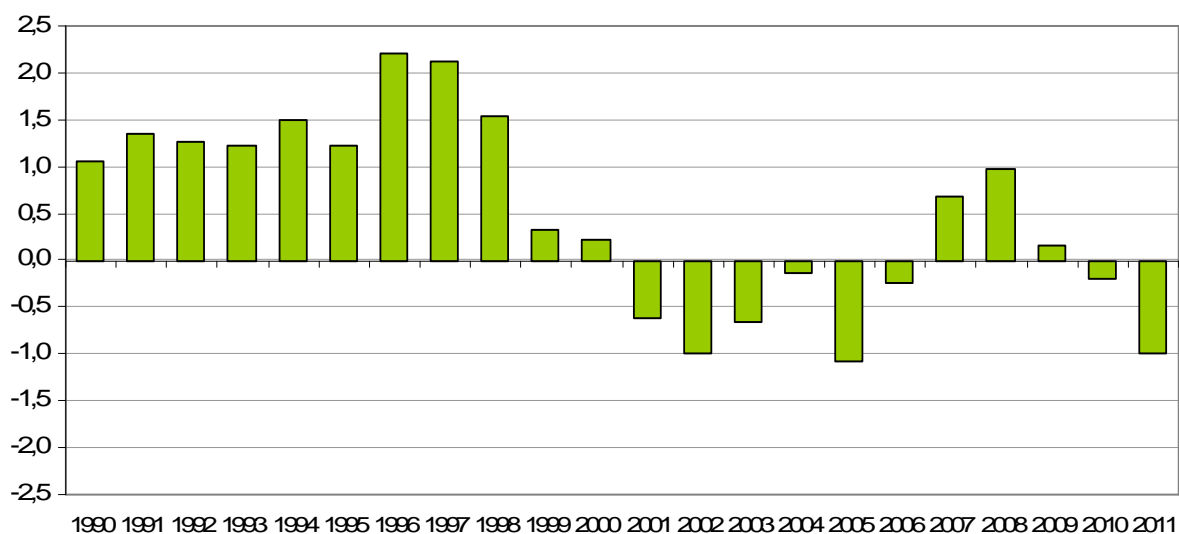
Año	Energía ⁽¹⁾	Emisiones CO₂ ⁽²⁾
1990	0,80	1,06
1991	1,27	1,34
1992	0,63	1,27
1993	0,94	1,23
1994	1,33	1,49
1995	0,33	1,23
1996	0,89	2,21
1997	0,60	2,12
1998	0,50	1,55
1999	-0,36	0,32
2000	-0,80	0,22
2001	-1,51	-0,63
2002	-1,73	-1,00
2003	-1,85	-0,67
2004	-1,06	-0,13
2005	-1,72	-1,08
2006	-0,89	-0,25
2007	0,23	0,68
2008	0,53	0,97
2009	-0,18	0,15
2010	-0,47	-0,20
2011	-1,25	-0,99

(1) Enfoque de referencia: consumo aparente energético resultado de descontar la parte empleada con fines no energéticos.

(2) Enfoque de referencia: emisiones asociadas al carbono total emitido efectivo (descuento del carbono almacenado en producto no energético)

En la figura A4.2 se representan las tasas de variación anuales de las estimaciones, energía y emisiones de CO₂, obtenidas con los dos enfoques (referencia vs sectorial). Para el enfoque de referencia se han tomado los datos de consumo energético aparente excluyendo el uso no energético y las emisiones de CO₂ derivadas del carbono efectivo emitido¹².

¹² Carbono potencial efectivo exceptuando la parte almacenada en productos de uso no energético.

Figura A4.2.- Tasa de variación de la estimación**Diferencia porcentual en las estimaciones energéticas****Diferencia porcentual en las estimaciones de CO₂**

El examen del panel superior de la figura A4.2, relativo a consumos energéticos, evidencia una alternancia en el signo de las discrepancias entre enfoques, con porcentajes comprendidos entre -1,9% y 1,33%. Al realizar un análisis por tipo de combustible se aprecia esa misma fluctuación hasta 2009, si bien con una pendiente más acentuada, en la serie correspondiente a los combustibles gaseosos, siendo principalmente significativa su contribución a las diferencias globales, definiendo el signo o amortiguando las diferencias, en los últimos años del periodo. Por su parte, para los combustibles sólidos el enfoque de referencia proporciona con carácter general a lo largo de toda la serie, y especialmente en

el primer periodo inventariado, una estimación superior de consumo energético, que compensa, total (periodo 1990-1998) o parcialmente, las diferencias porcentuales negativas observadas en los combustibles líquidos en el periodo 1991-1996 o en 2008 y de los combustibles gaseosos en el periodo 1995-2008, así como, la aportación conjunta, con cifras negativas, de los combustibles líquidos y gaseosos en el año 2010.

En el panel inferior de la figura A4.2, correspondiente a las emisiones de dióxido de carbono, se presenta una evolución cíclica similar a la observada en las diferencias en los consumos energéticos (panel superior); el enfoque de referencia proporciona estimaciones superiores al enfoque sectorial para el primer intervalo del periodo siendo seguido éste por tres subperiodos con alternancia de signo.. En esta comparativa con el perfil de consumos, se aprecia asimismo una traslación vertical general de la curva hacia valores positivos, alcanzándose diferencias, respecto al enfoque sectorial, comprendidas entre -1,0% (año 2005) y 2,2% (año 1996). Este mismo comportamiento (desplazamiento de la serie con relación a los niveles de las diferencias en términos de consumos) se puede observar también, en el mismo sentido que la serie global, en combustibles líquidos y gaseosos, incrementándose en estos casos además la amplitud de los rangos de las diferencias porcentuales, y en sentido contrario en el caso de los combustibles sólidos, que llegan a presentar a partir del año 1998 diferencias negativas.

Cabe advertir que se realiza un tratamiento conceptualmente diferente, siguiendo los criterios expuestos en el CRF Reporter, para la energía y las emisiones de CO₂. Mientras en el primer caso se descuenta del consumo energético aparente íntegramente la energía consumida con fines no energéticos, en las emisiones, al eliminar del cómputo únicamente la parte de carbono almacenado, permanecen incluidas en el CRF las emisiones resultantes de procesos no combustivos por consumo de combustibles fósiles para uso no energético o materia prima e intermedias.

Las variaciones observadas en las estimaciones por ambos métodos se hayan justificadas por dos aspectos fundamentales: a) diferencias estructurales de los propios enfoques y b) consideraciones relativas a las variables y parámetros.

Diferencias estructurales entre los enfoques

En este grupo estarían, entre otros, englobados los puntos expuestos a continuación:

- a) Relación de combustibles: En el enfoque de referencia se contemplan únicamente los combustibles fósiles (gaseosos, líquidos y sólidos) disponibles en el año, relación que es extendida en el enfoque sectorial al incorporar, en algunos casos, en la categoría de 'Otros combustibles'¹³, residuos de productos no combustibles computados en otros años pero que con retardo en el tiempo aparecen como combustibles en forma de residuos industriales y/o domésticos (aceites usados o neumáticos utilizados como combustible y envases plásticos incinerados).

¹³ Vía cuestionarios el inventario nacional ha recopilado información de los consumos (principalmente neumáticos y aceites usados) en cementeras.

- b) Relación de actividades fuentes: En el proceso de comparación, el enfoque sectorial cubre las actividades de combustión encuadradas en la categoría IPCC 1A.

Por su parte, el enfoque de referencia, al asumir que el consumo disponible o aparente coincide con el consumo interior, las posibles pérdidas que pudieran ocurrir en la fase de distribución de ciertos combustibles (gas natural) se computan como consumo energético. Así, el enfoque de referencia incluye, parcialmente, las emisiones generadas por la categoría 1B (por ejemplo, por pérdidas en el transporte y distribución del gas natural, o en la apertura y extinción de hornos de coque).

Si bien el CRF Reporter facilita la opción de descontar tales emisiones mediante la inclusión de estas fuentes (en particular, de las fugas en distribución del gas natural) en el apartado *Materias primas e intermedias y uso no energético de combustibles*, se ha descartado esta alternativa al no estar comprendidas, por definición, dentro de esta categoría. Observando el balance del inventario nacional y las estimaciones efectuadas con el enfoque sectorial, esta cuestión se asume de poca relevancia en el total de emisiones y de consumo energético aparente nacional.

Como ya se mencionó en este apartado, en las emisiones de CO₂ estimadas con el enfoque de referencia se incluyen, asimismo, las emisiones inmediatas derivadas del consumo no energético de combustibles que aparecen englobadas en el sector de Procesos Industriales, tal es el caso del uso de gas natural en la producción de amoníaco.

- c) Metodología de estimación de CO₂ emitido: En el enfoque de referencia se aplica un balance, con factores medios, de masa de carbono. Por su parte, no existe tal uniformidad en la técnica aplicada en el enfoque sectorial (balance de carbono, factores promedios basados en energía, emisiones medidas,...).

La elección de los poderes caloríficos y del contenido de carbono ponderados minimiza los efectos de este punto.

Algunas consideraciones asociadas a las variables y parámetros

- 1) Existencia de diferencias estadísticas en el balance de combustibles del inventario.

Diferencias negativas (consumo superior a las cantidades teóricamente disponibles de combustibles) podrían significar dobles contabilizaciones, motivando, caso de consumirse como materia prima o intermedia, o con uso no energético, una infravaloración de las estimaciones del enfoque de referencia al estar descontando los contenidos de carbono almacenados en los mismos. De la misma forma, si el consumo se efectuase con fines energéticos las emisiones del enfoque sectorial se sobrevalorarían al incrementar las emisiones asociadas a dicho combustible. Se asume de cierta trascendencia este factor para determinados combustibles, caso del gas natural.

- 2) Falta de información relativa al uso y ciclo de vida de productos no energéticos que permita determinar valores nacionales para las fracciones del carbón almacenado. Adicionalmente, en este punto cabe mencionar la reducida disponibilidad de datos relativos a combustibles que, en el proceso de manufactura de los productos no

energéticos, además de actuar como componentes de los mismos poseen, parcialmente, fines energéticos (combustión).

- 3) Limitada información acerca de las características físico-químicas nacionales, tales como poderes caloríficos y contenidos de carbono, de materias primas.
- 4) La aplicación de valores por defecto para aquellos combustibles primarios cuyo consumo principal o exclusivo está destinado a su procesamiento y transformación en combustibles secundarios (caso del carbón coquizable y del crudo de petróleo) pudiera ocasionar una aparente trasgresión en el principio de conservación de energía o de carbono en el proceso de conversión, divergencia que se proyecta a la comparación del enfoque de referencia con el enfoque sectorial. Dado el elevado orden de magnitud de crudo procesado, la estimación con el enfoque de referencia resulta sumamente sensible a variaciones en los parámetros aplicados para el crudo de petróleo; así, se conjetura que dicha aproximación en el crudo pudiera constituir una de las principales fuentes de discrepancia entre los dos enfoques.
- 5) Consideración acerca de la aplicación de factores medios sectoriales (poderes caloríficos y contenidos de carbono) para el enfoque de referencia. La aproximación del cálculo en el enfoque de referencia con factores deducidos del enfoque sectorial produce ciertas discrepancias con este último enfoque a la hora del tratamiento de productos transferidos o reclasificados. Así, en el enfoque de referencia, para la conversión a términos de energía o de masa de carbono se aplican sobre las cantidades disponibles para consumo, previas a las posibles transferencias o reclasificaciones, las propiedades medias de los combustibles finalmente consumidos según la clasificación posterior por tipo de combustible.

ANEXO 5.- EVALUACIÓN DE EXHAUSTIVIDAD

En este Anexo se muestran en forma de cuadros sintéticos las principales categorías de actividad en las que aparecen actividades que no han podido ser estimadas y que como tales fueron reseñadas en el epígrafe 1.8 del informe del inventario por constituir excepciones a la exhaustividad de la cobertura del inventario.

Se trata en concreto de los siguientes conjuntos o categorías de actividades:

- Actividades relacionadas con el Uso de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura (LULUCF-Convenio y LULUCF-PK).
- Emisiones potenciales de gases fluorados.

A continuación se detallan cada uno de estos conjuntos de actividades.

a) Actividades relacionadas con el Uso de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura (LULUCF-Convenio y LULUCF-PK).

En la tabla A.5.1 se muestra el estatus de cobertura de estimación de las actividades del sector LULUCF-Convenio. Las actividades no estimadas se designan con la etiqueta NE. Esta etiqueta puede contener entre paréntesis un calificador que incorpora información sobre los flujos no estimados. El calificador puede ser NF si se argumenta que la actividad no resulta en fuente de emisión, BN si se considera que la actividad resulta en un balance neutro de carbono y NM en el caso de no tener referencia de un método adoptado por UNFCCC.

En la tabla A.5.2 se muestra la cobertura de estimación de las actividades del sector LULUCF-PK en un formato similar al de la tabla anterior. Como etiqueta de notación adicional a las presentadas en la tabla A.5.1 se incluye aquí la etiqueta NA-PK para indicar que la actividad no se considera en LULUCF-PK.

Tabla A.5.1.- Cobertura de la estimación de variaciones en los depósitos de carbono del sector LULUCF-Convenio: Métodos, Variables de Actividad y Factores de Emisión

		FL			CL			GL			WL			SL			OL					
		ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE			
FL	AGB	T2	NS	D, CS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	T1, T2	NS	CS	NO	NO	NO	NO	NO	NO			
	BGB	T2	NS	D, CS							T1, T2	NS	CS									
	LT	NE (NF)									T1	NS	CS, D									
	DW	NE (NF)									T1	NS	CS, D									
	SOC	NE (BN)									T1	NS	CS, D									
CL	AGB	T1	NS	D, CS	T2	NS	CS	NE			NO	NO	NO	T1	NS	D	NE (NF)	NE (NF)	NE (NF)			
	BGB	T1	NS	D, CS	T2	NS	CS	NE						T1	NS	D						
	LT	NE (NF)			NE (BN)			NO						NO								
	DW	NE (NF)			NE (BN)			NO						NO								
	SOC	T1	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS				NE (BN)								
GL	AGB	T1	NS	D, CS	NO	NE (BN)	NO	NO	NO	NO	T1	NS	D	NE (NF)	NE (NF)	NE (NF)	NE (NF)	NE (NF)	NE (NF)			
	BGB	T1	NS	D, CS							T1	NS	D									
	LT	NE (NF)									NO									NO		
	DW	NE (NF)									NO									NO		
	SOC	T1	NS	D, CS							NE (BN)									NE (BN)		
WL	AGB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO			
	BGB																					
	LT																					
	DW																					
	SOC																					
SL	AGB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	BN	BN	BN	NO	NO	NO			
	BGB																					
	LT																					
	DW																					
	SOC																					
OL	AGB	T1	NS	D, CS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	T1	NS	CS	NE (BN)	NE (BN)	NE (BN)	NE (BN)	NE (BN)	NE (BN)			
	BGB	T1	NS	D, CS							T1	NS	CS									
	LT	NE (NF)									NO									NO		
	DW	NE (NF)									NO									NO		
	SOC	NE (BN)									NE (BN)									NE (BN)		

FL: Bosques; CL: Tierras agrícolas; GL: Pastizales; WL: Humedales; SL: Asentamientos; OL: Otras tierras

ME: Métodos; VA: Variables de actividad; FE: Factor de emisión

AGB: Biomasa viva aérea; BGB: Biomasa viva sostenible; LT: Detritus (hojarasca); DW: Madera muerta; SOC: Carbono orgánico suelos

T1: Tier 1; T2: Tier 2; NS: Estadísticas Nacionales; CS: Específico de País; D: Valor por defecto IPCC; NE (NF): Argumentado en NIR como No Fuente; NE (BN): Se asume Balance Neutro; NE (NM): Método no adoptado por UNFCCC.

Tabla A.5.2.- Cobertura de la estimación de variaciones en los depósitos de carbono de actividades LULUCF-PK: Métodos, Variables de Actividad y Factores de Emisión

		FL			CL			GL			WL			SL			OL		
		ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE
FL	AGB	T2	NS	D, CS	NO			NO			NO			T1, T2	NS	CS	NO		
	BGB	T2	NS	D, CS										T1, T2	NS	CS			
	LT	NE (NF)												T1	NS	CS, D			
	DW	NE (NF)												T1	NS	CS, D			
	SOC	NE (BN)												T1	NS	CS, D			
CL	AGB	T1	NS	D, CS	T2	NS	CS	RE-CL			NO		RE-CL						
	BGB	T1	NS	D, CS	T2	NS	CS												
	LT	NE (NF)			NE (BN)														
	DW	NE (NF)			NE (BN)														
	SOC	T1	NS	D, CS	T2	NS	D, CS												
GL	AGB	T1	NS	D, CS	NO			NA-PK			NO		NA-PK						
	BGB	T1	NS	D, CS															
	LT	NE (NF)																	
	DW	NE (NF)																	
	SOC	T1	NS	D, CS															
WL	AGB	NO			NO			NO			NA-PK		NO						
	BGB																		
	LT																		
	DW																		
	SOC																		
SL	AGB	NO			NO			NO			NO		NA-PK						
	BGB																		
	LT																		
	DW																		
	SOC																		
OL	AGB	T1	NS	D, CS	NO			NO			NO		NA-PK						
	BGB	T1	NS	D, CS															
	LT	NE (NF)																	
	DW	NE (NF)																	
	SOC	NE (BN)																	

FL: Bosques; CL: Tierras agrícolas; GL: Pastizales; WL: Humedales; SL: Asentamientos; OL: Otras tierras

ME: Métodos; VA: Variables de actividad; FE: Factor de emisión

AGB: Biomasa viva aérea; BGB: Biomasa viva sostenible; LT: Detritus (hojarasca); DW: Madera muerta; SOC: Carbono orgánico suelos

T1: Tier 1; T2: Tier 2; NS: Estadísticas Nacionales; CS: Específico de País; D: Valor por defecto IPCC; NE (NF): Argumentado en NIR como No Fuente; NE (BN): Se asume Balance Neutro; NE (NM): Método no adoptado por UNFCCC.

NA-PK: No es objeto de información a LULUCF-PK; RE-CL: Representan cambios de uso que deben ser informados a LULUCF-PK dentro de la clase gestión de tierras agrícolas (CL).

b) Emisiones potenciales de gases fluorados.

La estimación de las emisiones potenciales de los gases fluorados (HFC, PFC y SF₆) no ha podido llevarse a cabo debido a las carencias existentes de información específica referente a los flujos de comercio exterior (importaciones y exportaciones) por tipo de gas, así como a las cantidades destruidas. En cuanto a los datos de producción, si bien se dispone de las cantidades producidas de HFC-32, HFC-143a y HFC-227ea, no se ha incluido la correspondiente información en el CRF Reporter por motivos de confidencialidad al haber sólo dos empresas fabricantes de estos gases, quedando una a partir de 2009. En la tabla A5.2 se presentan el detalle de la información correspondiente al año 2011, y con referencia a los gases fluorados para los cuales se han estimado emisiones utilizando el denominado *enfoque real (actual approach)* de la metodología IPCC.

Tabla A5.2.- Emisiones potenciales de gases fluorados

	HFC-23	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-152a	HFC-227ea	HFC-236fa	CF ₄	C ₂ F ₆	C ₃ F ₈	C ₄ F ₁₀	SF ₆
Emisiones potenciales de halocarburos (por tipo) y SF₆	NE,NO	C,NE	NE,NONE,NO	NE,NO	C,NE	NE,NONE,NONE,NONE	NE,NONE,NONE,NONE	NE,NONE,NONE,NONE	NE,NONE,NONE,NONE	NE,NONE,NONE,NONE	NE,NONE,NONE,NONE	NE,NONE,NONE,NONE	NE,NONE,NONE,NONE
Producción	NO	C	NO	NO	C	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Importación:	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
A granel	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
En productos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Exportación:	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
A granel	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
En productos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Cantidad destruida	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

C: Confidencial
NE: No estimado
NO: No ocurre

ANEXO 6.- INFORMACIÓN ADICIONAL CONSIDERADA COMO PARTE DEL INFORME SOBRE EL INVENTARIO

Se incluyen en este anexo las tablas que muestran la tendencia de las emisiones para el total del agregado del inventario y para los gases con efecto tanto directo como indirecto sobre el calentamiento general de la atmósfera. Estas tablas vienen a complementar la información presentada en los epígrafes RE.2, RE.3 y RE.4 del capítulo “Resumen ejecutivo”, y en los epígrafes 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4 del capítulo 2 “Tendencias de las emisiones de gases de efecto invernadero”. Por limitaciones de espacio se ha limitado la presentación de las tablas a los años siguientes: 1990, 1995, 2000, 2005 y 2007 a2011.

Las tablas que aquí se presentan muestran para cada sustancia las emisiones del inventario con desglose por categoría fuente (según las tablas sumario del CRF Reporter). Las referencias y contenidos de las tablas son las siguientes:

- La tabla A6.1 muestra las emisiones totales del inventario de CO₂ equivalente, correspondientes a la agregación de las emisiones de los gases con efecto directo sobre el calentamiento atmosférico, excepción hecha de las emisiones/absorciones que correspondan al sector “Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura” (LULUCF), cuyos valores se presentan en tablas por separado.
- Las tablas A6.2 a A6.7, muestran en términos de CO₂ equivalente las emisiones respectivamente de CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆ (excepción hecha de las correspondientes al sector LULUCF). Conviene observar que para los HFC y los PFC la tabla agrega ponderadamente las emisiones de las sustancias individuales contenidas en cada uno de estos dos grupos. También se observa que las emisiones de los gases fluorados quedan encuadradas en un número reducido de categorías de actividad, a saber, industria metalúrgica y producción y consumo de halocarburos y SF₆.
- En las tablas A6.8, A6.9 y A6.10 se presentan las emisiones de los gases con efecto indirecto sobre el calentamiento atmosférico (NO_x, CO y COVNM), y en la tabla A6.11 las emisiones de SO₂ (todas ellas con la excepción de las correspondientes al sector LULUCF).
- Por último, en las tablas A6.12 a A6.17 se presentan las emisiones y absorciones del sector LULUCF, para todos los gases referidos en las tablas anteriores¹.

¹ Para el sector LULUCF, sólo se presentan las tablas correspondientes a aquellos gases con un cómputo efectivo en el inventario.

Tabla A6.1.- Emisiones de CO₂ equivalente (Cifras en Gg de CO₂ equivalente)

	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Total (Emisión Bruta)	282.788,74	312.696,93	378.775,82	432.834,41	432.009,28	398.876,39	362.713,25	348.641,31	350.483,69
1. Procesado de la energía	210.928,14	239.534,72	289.223,36	346.157,96	342.147,04	314.786,54	283.189,05	266.257,82	271.727,18
A. Actividades de combustión	206.823,28	235.467,71	285.113,43	342.213,49	338.281,26	311.399,18	279.936,57	262.966,04	267.974,33
1. Industrias del sector energético	77.655,23	86.637,50	105.368,79	126.132,90	123.135,21	106.022,48	89.795,33	72.551,37	86.526,04
2. Industrias manufactureras y de la construcción	46.970,52	53.699,34	60.563,26	74.561,42	69.719,27	65.502,05	56.698,72	59.566,28	58.676,62
3. Transporte	55.743,06	65.704,70	84.510,70	100.847,99	107.249,09	101.733,43	96.274,45	91.908,62	87.385,45
4. Otros sectores	26.454,48	29.426,19	34.670,68	40.671,19	38.177,69	38.141,22	37.168,08	38.939,77	35.386,22
5. Otros									
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	4.104,86	4.067,00	4.109,93	3.944,47	3.865,78	3.387,36	3.252,48	3.291,78	3.752,85
1. Combustibles sólidos	1.835,17	1.482,64	1.262,88	1.028,78	976,98	735,66	636,33	573,22	673,31
2. Petróleo y gas natural	2.269,69	2.584,36	2.847,05	2.915,69	2.888,80	2.651,70	2.616,15	2.718,56	3.079,54
2. Procesos Industriales	25.812,58	26.672,98	33.886,32	33.608,58	34.186,80	31.687,53	26.863,09	28.270,82	26.127,68
A. Productos minerales	15.427,19	15.886,96	19.120,83	21.905,74	21.945,32	18.831,10	14.661,25	14.546,89	12.999,45
B. Industria química	3.625,60	2.936,24	2.823,84	2.208,84	1.734,28	1.605,88	1.511,10	1.256,79	1.066,83
C. Producción metalúrgica	4.289,69	3.095,54	3.305,71	3.672,07	3.680,85	3.645,04	2.743,81	3.561,01	3.136,67
D. Otras industrias									
E. Producción de halocarburos y SF ₆	2.403,18	4.637,88	6.394,51	680,93	707,20	686,40	539,63	924,08	396,92
F. Consumo de halocarburos y SF ₆	66,92	116,36	2.241,43	5.141,00	6.119,15	6.919,12	7.407,31	7.982,06	8.527,81
G. Otros									
3. Uso de disolventes y de otros productos	1.515,76	1.717,97	1.949,23	1.824,33	1.888,21	1.789,77	1.636,34	1.592,67	1.449,12
4. Agricultura	37.209,46	35.837,15	42.953,67	39.522,82	41.198,79	37.491,43	37.546,79	38.744,04	37.279,06
A. Fermentación entérica	11.120,26	10.950,92	11.930,61	11.757,43	11.794,95	11.245,78	11.161,45	10.943,33	10.515,40
B. Gestión del estiércol	6.517,08	7.097,55	8.108,57	8.493,60	8.807,34	8.436,23	8.364,05	8.219,38	8.265,41
C. Cultivo de arroz	227,45	137,22	294,90	300,26	256,09	240,53	300,39	300,39	300,39
D. Suelos agrícolas	18.806,64	17.140,70	22.145,50	18.641,77	19.905,22	17.167,47	17.251,41	18.811,45	17.728,38
E. Quemadas planificadas de sabanas									
F. Quema en campo de residuos agrícolas	538,03	510,76	474,09	329,76	435,18	401,41	469,49	469,49	469,49
G. Otros									
5. Cambios de uso del suelo y selvicultura									
6. Tratamiento y eliminación de residuos	7.322,80	8.934,11	10.763,23	11.720,73	12.588,43	13.121,12	13.477,98	13.775,96	13.900,66
A. Depósito en vertederos	5.346,17	7.091,49	8.888,01	9.724,91	10.548,20	11.080,52	11.493,88	11.773,80	11.899,75
B. Tratamiento de aguas residuales	1.634,37	1.617,30	1.736,32	1.923,13	1.970,03	1.977,78	1.929,79	1.953,81	1.957,48
C. Incineración de residuos	88,38	33,96	22,94	9,31	15,39	15,43	11,65	11,59	11,63
D. Otros	253,88	191,36	115,96	63,38	54,82	47,39	42,66	36,77	31,80

Tabla A6.2.- Emisiones de CO₂ por sector (Cifras en Gg de CO₂ equivalente)

[illegible]

Tabla A6.3.- Emisiones de CH₄ por sector (Cifras en Gg de CO₂ equivalente)

[illegible]

Tabla A6.4.- Emisiones de N₂O por sector (Cifras en Gg de CO₂ equivalente)

Tabla A6.5.- Emisiones de HFC por sector (Cifras en Gg de CO₂ equivalente)

[illegible]

Tabla A6.6.- Emisiones de PFC por sector (Cifras en Gg de CO₂ equivalente)

[illegible]

Tabla A6.7.- Emisiones de SF₆ por sector (Cifras en Gg de CO₂ equivalente)

[illegible]

[illegible]

Tabla A6.9.- Emisiones de CO por sector (Cifras en Gg)

[illegible]

Tabla A6.10.- Emisiones de COVNM por sector (Cifras en Gg)

[illegible]

Tabla A6.11.- Emisiones de SO₂ por sector (Cifras en Gg)

[illegible]

Tabla A6.12.- Emisiones de CO₂ equivalente del sector LULUCF (Cifras en Gg de CO₂ equivalente)

[illegible]

Tabla A6.13.- Emisiones de CO₂ del sector LULUCF (Cifras en Gg de CO₂ equivalente)

[illegible]

Tabla A6.14.- Emisiones de CH₄ del sector LULUCF (Cifras en Gg de CO₂ equivalente)

[illegible]

Tabla A6.15.- Emisiones de N₂O del sector LULUCF (Cifras en Gg de CO₂ equivalente)

[illegible]

Tabla A6.16.- Emisiones de NO_x del sector LULUCF (Cifras en Gg)

[illegible]

Tabla A6.17.- Emisiones de CO del sector LULUCF (Cifras en Gg)

[illegible]

ANEXO 7.- EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE

Inventario de gases de efecto invernadero (con LULUCF-Convenio)

En este anexo se presenta la evaluación de incertidumbre del inventario de gases de efecto invernadero. Para la presentación de los resultados agregados se establecen dos niveles: i) el total del inventario, incluyendo el sector LULUCF-Convenio; y ii) el conjunto de sectores del inventario con exclusión del sector LULUCF-Convenio.

La agregación de las emisiones/absorciones, ponderadas según los potenciales de calentamiento de cada gas considerado, se refleja en la estimación del valor central de la emisión neta conjunta del inventario. El valor central, constituye, sin embargo, sólo un indicador del nivel de la variable aleatoria que es la emisión neta estimada de cada cruce de actividad y gas. Para caracterizar la precisión de la estimación interesa establecer métodos de determinación de la incertidumbre de dicha estimación. La Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC y GBP-LULUCF 2003 de IPCC ofrecen dos enfoques para la cuantificación de la incertidumbre de cada actividad y gas, así como para la determinación de la incertidumbre de la emisión ponderada del inventario. El enfoque de nivel 1, que es el que se ha adoptado para la estimación de la incertidumbre en esta edición del inventario, aborda la determinación de la incertidumbre utilizando las ecuaciones de propagación del error en dos etapas.

En la primera etapa se estima, de forma aproximada, la incertidumbre de la emisión/absorción de una categoría fuente/sumidero y gas teniendo en cuenta que tal emisión se puede representar como producto de una variable de actividad por un factor de emisión, y teniendo en cuenta la combinación de las incertidumbres de esos dos factores componentes según se expresa en la ecuación siguiente:

$$U_E = \sqrt{U_A^2 + U_F^2} \quad [A7.1]$$

donde:

U_E representa la incertidumbre asociada a la emisión/absorción

U_A representa la incertidumbre asociada a la variable de actividad

U_F representa la incertidumbre asociada al factor de emisión

y donde U_E , U_A y U_F expresan, en forma de porcentaje, los ratios (coeficientes de incertidumbre) cuyo numerador es la mitad del intervalo de confianza del 95% de la variable considerada y el denominador el valor esperado de la variable.

En la segunda etapa se estima, de forma aproximada, la incertidumbre de un agregado a partir de las incertidumbres de los componentes, fuentes de actividad por contaminante, que integran el inventario. Esta estimación de la incertidumbre se efectúa en términos del nivel y, en términos de la tendencia, diferencia entre emisiones netas del año

corriente considerado y el “año de referencia 90/95”¹ (en lo sucesivo año 90/95), según se expresa en la ecuación [A7.2].

$$U_{E_{total}} = \frac{\sqrt{(U_{E_1} E_1)^2 + (U_{E_2} E_2)^2 + \dots + (U_{E_n} E_n)^2}}{E_1 + E_2 + \dots + E_n} \quad [A7.2]$$

donde:

$U_{E_{total}}$ representa la incertidumbre asociada al agregado de emisiones/absorciones

U_{E_i} representa la incertidumbre asociada a cada componente de la emisión neta agregada

E_i representa el valor esperado de cada componente de la emisión neta agregada

y donde $U_{E_{total}}$ y U_{E_i} expresan, en forma de porcentaje, los ratios (coeficientes de incertidumbre) cuyo numerador es la mitad del intervalo de confianza del 95% de la variable considerada y el denominador el valor esperado de la variable.

Para la estimación de la incertidumbre de la tendencia, diferencia entre el año corriente considerado y el año 90/95, se han definido dos tipos de sensibilidad para valorar tales diferencias:

- Sensibilidad tipo A.

Representa el cambio en la diferencia en las emisiones del inventario entre el año 90/95 y el año corriente considerado, expresado como porcentaje, resultante de un aumento del 1% en las emisiones de una fuente y gas dados tanto en el año 90/95 como en el año corriente considerado.

- Sensibilidad tipo B.

Representa el cambio en la diferencia en las emisiones del inventario entre el año 90/95 y el año corriente considerado, expresado como porcentaje, resultante de un aumento del 1% en las emisiones de una fuente y gas dados sólo en el año corriente considerado.

Conceptualmente, la sensibilidad de tipo A surge de incertidumbres que afectan por igual al año 90/95 y al año corriente considerado, mientras que la sensibilidad de tipo B surge de incertidumbres que afectan sólo al año corriente considerado. Las incertidumbres

¹ El término “año de referencia 90/95” corresponde a un año híbrido en que para los compuestos fluorados se selecciona el año 1995 y para el resto de contaminantes el año 1990, de la edición actual del inventario. Se reserva el término “año base” para referirse al año de referencia 90/95 de la edición 2006, serie 1990-2004, del inventario, edición verificada en 2007 por el equipo comisionado al efecto por la SCMCC y en la que quedó fijada la Cantidad Asignada que se tomará como referencia para evaluar el cumplimiento, por parte de España, de su compromiso con el Protocolo de Kioto en el periodo 2008-2012.

que están correlacionadas a lo largo de los años se asocian normalmente con la sensibilidad de tipo A, mientras las incertidumbres que no están correlacionadas a lo largo de los años se asocian a la sensibilidad tipo B. Estos dos tipos de sensibilidades introducen simplificaciones en el análisis de la correlación. Para hacer operativo el algoritmo se asume, por defecto, que las incertidumbres de los factores de emisión corresponden a la sensibilidad tipo A, están normalmente correlacionados a lo largo de los años; mientras las variables de actividad corresponden a la sensibilidad tipo B, no están correlacionadas a lo largo de los años, salvo mención en contrario como se verá más adelante en la aplicación del algoritmo al caso del presente inventario. Una vez que han sido calculadas las incertidumbres de las emisiones según cada uno de los dos tipos de sensibilidad indicados, pueden ser agregadas usando la ecuación de propagación del error para obtener la incertidumbre conjunta en la tendencia.

El procedimiento de cálculo se desarrolla mediante hoja de cálculo que reproduce los conceptos y fórmulas de las columnas A a M de la Tabla 6.1, Sección 6.3.2, de la referida Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Para hacer operativo el procedimiento de estimación se deben de introducir como información primaria en la hoja de cálculo los datos correspondientes a las siguientes columnas:

A-B Que relacionan, respectivamente, las categorías fuente/sumidero consideradas en el análisis (A) y el gas emitido (B). Cabe indicar a este respecto que, para el caso concreto de actividades que actúan a la vez como fuente emisora y sumidero, el análisis se ha realizado considerando de manera diferenciada los niveles de absorción y los niveles de emisiones de cada una de estas categorías.

Las categorías fuente/sumidero y gas están ordenadas según su importancia en el inventario del año de referencia de la tabla. Como años de referencia para este análisis, y con relación al año 90/95, se han tomado los dos últimos años disponibles.

C Emisiones/absorciones por categoría fuente/sumidero y gas, en términos de CO₂-equivalente, en el año 90/95. Los datos introducidos son los valores centrales de las emisiones/absorciones estimadas para el año base, que es el año 1990 para los gases CO₂, CH₄ y N₂O, y el año 1995 para los gases fluorados.

D Emisiones/absorciones por categoría fuente/sumidero y gas, en términos de CO₂-equivalente, en los años respectivos, 2010 y 2011. Los datos introducidos son los valores centrales de las emisiones/absorciones estimadas en el inventario para dichos años. La información se presenta en sendas tablas del citado anexo para cada año de referencia, una para el año 2010 y otra para el año 2011.

E Incertidumbre asociada a la variable de actividad, expresada en porcentaje a partir del ratio, coeficiente de incertidumbre, cuyo numerador es la mitad del intervalo de confianza del 95% de la variable considerada y el denominador el valor esperado de la variable. Para el último año disponible en el inventario se estima un incremento en las incertidumbres asociadas a variables de actividad relacionadas con el consumo de combustibles con fines energéticos (actividades comprendidas dentro del sector IPCC 1A) dado que la información de base, al menos parcialmente, resulta provisional a fecha de elaboración del inventario.

- F Incertidumbre asociada al factor de emisión, expresadas en porcentaje a partir del ratio, coeficiente de incertidumbre, cuyo numerador es la mitad del intervalo de confianza del 95% del factor de emisión considerado y el denominador el valor esperado del factor de emisión.
- S/N En esta columna se señalan, con S, aquellas categorías fuente en que se considera que la variable de actividad está correlacionada a lo largo de los años, y con N cuando no hay correlación de la variable de actividad a lo largo de los años. Así pues, las categorías fuente marcadas con S son la excepción a la sensibilidad tipo B en las variables de actividad.

Con la información anterior, el resto de las columnas de la tabla se calculan, de acuerdo con las fórmulas especificadas para la misma en la citada Sección 6.3.2 de la Tabla 6.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Con relación a la información introducida en las columnas E y F, se comenta de forma sintetizada y con carácter general las principales fuentes seleccionadas (véanse, para mayor detalle, los capítulos sectoriales de este documento: capítulo 3 “Energía”; capítulo 4 “Procesos Industriales”; capítulo 5 “Uso de disolventes y otros productos”; capítulo 6 “Agricultura”; y capítulo 8 “Residuos”):

- Como referencias principales se han considerado el Manual de Referencia 1996 IPCC, la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC y la Guía 2006 IPCC.
- Las estimaciones consideradas más verosímiles por el equipo de trabajo del inventario que integran información de otra serie de fuentes son las siguientes:
 - Para lo referente a las variables de actividad de los combustibles, el análisis de la variabilidad de los balances de combustibles (oferta vs. demanda y errores estadísticos) y la proveniente de los cuestionarios individualizados a plantas.
 - Para los factores de emisión de CO₂ en la combustión, el análisis de la variabilidad de los poderes caloríficos y contenidos de carbono de los combustibles por unidad energética o por unidad de masa o volumen. Así mismo se han introducido criterios sobre la incertidumbre presumible en los coeficientes de oxidación, parámetros sobre los que se ha podido disponer de alguna información de expertos del sector energético. Para los factores de CH₄ y de N₂O en la combustión se han tomado bandas amplias que cubran la variabilidad observada en las referencias de IPCC y el Libro Guía EMEP/CORINAIR tanto para la combustión estacionaria como para la móvil.
 - Para las emisiones fugitivas de la energía se ha tenido también en cuenta, además de la variabilidad reseñada en las referencias de IPCC, la expuesta en el Libro Guía EMEP/CORINAIR.
 - Para las emisiones generadas en los procesos industriales, se ha complementado la información de las guías IPCC con información recibida por el equipo de trabajo del inventario de expertos sectoriales y, en su caso, de cuestionarios individualizados a plantas.

- Para la determinación de la incertidumbre de las variables de actividad y factores de emisión de CH₄ y N₂O provenientes de la agricultura, se ha complementado la información disponible en las guías IPCC y documentos elaborados por el MAGRAMA con supuestos asumidos por el equipo de trabajo del inventario sobre incertidumbre en la asignación de los sistemas de gestión ganadera y prácticas agrícolas.
- Para la determinación de la incertidumbre de las variables de actividad y factores de emisión de CH₄ y N₂O provenientes del tratamiento de residuos, se ha complementado la información disponible en las guías IPCC con supuestos asumidos por el equipo de trabajo del inventario sobre la incertidumbre de los sistemas de gestión de residuos y parámetros relevantes en los procesos de tratamiento.
- Para las variables de actividad y factores de emisión en la producción de hidrocarburos fluorados (emisiones de HFC-23 subproducto de la fabricación de HCFC-22), se han considerado cotas superiores para la precisión presumible en los procedimientos de estimación empleados por las plantas fabricantes.
- En el caso de las actividades del sector LULUCF-Convenio la información referente a factores y parámetros nacionales se ha tomado de: i) publicaciones técnicas, caso del carbono orgánico del suelo (COS) para las tierras agrícolas, los pastizales y las tierras forestales²; ii) los valores de referencia del diseño de las encuestas en el caso de variables de actividad sobre superficies agrícolas tomadas del Anuario de Estadística Medioambiental y de la Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España; iii) juicios de experto para los valores y parámetros de la biomasa de los cultivos leñosos; iv) GBP-LULUCF 2003 de IPCC, y v) estimaciones propias del equipo de trabajo del Inventario.

Para un conjunto amplio de actividades y gases se ha contrastado con la información declarada en los inventarios de otros países de la Unión Europea.

En este anexo se presentan las tablas A7.1 a A7.4 con la estimación de la incertidumbre para los años 2010 y 2011 del inventario (sin LULUCF) y del inventario con LULUCF-Convenio siguiendo el enfoque de nivel 1 propuesto en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Las tablas dispuestas a continuación reproducen la estructura y fórmulas de la tabla 6.1 de dicho documento.

² Base de datos de perfiles de suelo del MAGRAMA explotada por CEAM. La fuente es el **MAGRAMA**, la base de datos se elaboró a través de convenio de la DG-CEAMN (en el que estaba representada la OECC) con la Universidad de Barcelona

En el cálculo se han analizado individualmente las categorías identificadas claves por su nivel y/o tendencia para cada año³ correspondiente, tratando de forma agregada el resto de categorías dentro de una categoría adicional.

Actividades de LULUCF-PK

Los procedimientos de estimación de la incertidumbre conjunta de LULUCF-PK son en esencia metodológicamente similares a los del inventario con LULUCF-Convenio, con la importante salvedad que se resalta a continuación. La cuantificación de la incertidumbre corresponde a la estimación de los flujos de emisiones y absorciones que resultan teniendo en cuenta la operatividad, en su caso, del techo que establece para LULUCF-PK la Decisión 16/CMP.1. En este sentido, la cuantificación de esta incertidumbre difiere de la que correspondería a los flujos de emisiones y absorciones reportados en la tabla 5(KP) del CRF Reporter, en la cual no se tiene en cuenta el techo (de 670 kt de sumidero de carbono para cada uno de los 5 años del periodo PK) que establece la citada Decisión.

A continuación se presenta en las tablas A7.5 y A7.6A7.6 los resultados de la cuantificación de incertidumbre para los años 2010 y 2011 correspondientes al sector LULUCF-PK⁴.

³ Para la identificación de categorías clave se han adoptado los procedimientos (métricas, umbrales y criterios de determinación) de nivel 1 y nivel 2 propuestos en la Guía 2006 IPCC. Véase el anexo 1 del presente documento para un mayor detalle.

⁴ En las tablas correspondientes a LULUCF-KP, se ha omitido la presentación de las columnas relacionadas con la incertidumbre en la tendencia dado que las elevadas incertidumbres y asimetrías en la distribución de algunos parámetros y variables, de entrada o intermedios, que intervienen en los algoritmos de cálculos de gases de efecto invernadero para estas categorías dan como resultado estimaciones de la incertidumbre global que no resultan plausibles, tal y como se advierte en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC y Guía 2006 IPCC.

Tabla A7.1.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2010

A		B	C	D			E	F	G
Categorías clave		Gas	Emisiones Año referencia 90/95	Emisiones Año 2010	Contribución Nivel	Acumulado Nivel	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada
Código IPCC	Descripción categoría		(Gg CO ₂ -e)	(Gg CO ₂ -e)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1A3b	Transporte por carretera-Diésel	CO2	25.089,34	66.082,34	19,0	19,0	5	2	5,5
1A2	Combustión - Sector industria-Gaseosos	CO2	8.494,20	29.536,64	8,5	27,4	5	2	5,2
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Gaseosos	CO2	437,08	24.924,16	7,1	34,6	2	2	2,3
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Sólidos	CO2	57.777,54	24.533,58	7,0	41,6	2	4	4,5
1A4	Combustión - Otros sectores-Líquidos	CO2	21.718,82	23.913,09	6,9	48,5	15	2	15,2
1A2	Combustión - Sector industria-Líquidos	CO2	24.692,96	23.694,57	6,8	55,3	10	3	10,5
1A3b	Transporte por carretera-Gasolina	CO2	26.032,94	17.027,73	4,9	60,2	3	2	3,7
1A4	Combustión - Otros sectores-Gaseosos	CO2	1.318,59	12.774,04	3,7	63,8	5	2	5,2
6A	Depósito en vertederos	CH4	5.103,44	11.770,97	3,4	67,2	30	100	104,4
2A1	Producción de cemento	CO2	12.279,01	11.197,40	3,2	70,4	2	8	8,4
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH4	11.120,26	10.943,33	3,1	73,5	3	9	9,5
1A1b	Refino de petróleo-Líquidos	CO2	10.860,82	9.156,47	2,6	76,2	3	3	3,7
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	9.284,90	9.036,38	2,6	78,8	18	400	400,4
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Líquidos	CO2	6.006,63	8.496,78	2,4	83,8	2	2	2,5
2F	Consumo de halocarburos y SF6	HFC&PFC	8,02	7.603,49	2,2	85,9	50	30	58,3
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	7.049,11	7.143,06	2,0	88,0	190	50	196,5
4B	Gestión de estiércol	CH4	5.172,30	6.565,00	1,9	89,9	3	8	8,5
1A2	Combustión - Sector industria-Sólidos	CO2	13.283,93	4.585,66	1,3	91,2	5	15	15,9
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO2	1.499,79	3.546,21	1,0	92,2	75	3	75,0
1A3a2	Aviación civil	CO2	1.761,51	3.510,61	1,0	93,2	15	5	15,8
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO2	2.737,66	3.368,19	1,0	94,2	10	30	31,6
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N2O	2.472,63	2.632,02	0,8	94,9	16	100	101,3
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO2	1.656,24	2.177,02	0,6	95,6	10	25	26,9
1A1b	Refino de petróleo-Gaseosos	CO2	45,08	2.110,84	0,6	96,2	3	2	3,4
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	2.428,33	2.080,93	0,6	96,8	3	5	5,7
4B	Gestión de estiércol	N2O	1.344,78	1.654,38	0,5	97,2	16	100	101,3
2A2	Otros procesos industriales	CO2	1.145,93	1.584,32	0,5	97,7	10	2	10,2
6B	Tratamiento de aguas residuales	N2O	1.072,24	1.248,22	0,4	98,1	14	500	500,2
1A4	Combustión - Otros sectores-Sólidos	CO2	2.282,29	1.146,00	0,3	98,4	20	15	25,1
1A4	Combustión - Otros sectores	CH4	816,78	734,08	0,2	98,6	20	150	151,3
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras-Sólidos	CO2	1.847,39	724,68	0,2	98,8	5	5	7,1
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH4	562,13	705,59	0,2	99,0	100	160	188,7
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N2O	276,68	589,58	0,2	99,2	3	900	900,0
1A2	Combustión - Sector industria	N2O	417,57	552,42	0,2	99,3	5	900	900,0
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH4	1.817,54	536,09	0,2	99,5	5	40	40,3
1A2	Combustión - Sector industria	CH4	81,85	532,55	0,2	99,6	5	150	150,1
2B2	Producción de ácido nítrico	N2O	2.800,03	504,39	0,1	99,8	2	10	10,2
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	4.637,88	395,16	0,1	99,9	30	0	30,0
1A4	Combustión - Otros sectores	N2O	318,00	372,56	0,1	100,0	20	900	900,2
*	Otras categorías		7.269,89	8.950,79	2,6	81,3	100	100	141,4
TOTAL AJUSTADO			285.022,12	348.641,31					
			285.022,12	348.641,31					

Tabla A7.1.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2010 (Continuación)

A		B	H	SN	I	J	K	L	M
Categorías clave		Gas	Incertidumbre combinada	Correlación VA en el tiempo	Sensibilidad Tipo A	Sensibilidad Tipo B	Incertidumbre evolución F.E.	Incertidumbre evolución VA	Incertidumbre evolución emisiones
Código IPCC	Descripción categoría		(% Emis.2010)	(S/N)			(%)	(%)	(%)
1A3b	Transporte por carretera-Diésel	CO2	1,0	N	0,124	0,232	0,27	1,64	1,66
1A2	Combustión - Sector industria-Gaseosos	CO2	0,4	N	0,067	0,104	0,10	0,73	0,74
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Gaseosos	CO2	0,2	N	0,086	0,087	0,13	0,22	0,25
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Sólidos	CO2	0,3	N	0,162	0,086	0,65	0,24	0,69
1A4	Combustión - Otros sectores-Líquidos	CO2	1,0	N	0,009	0,084	0,02	1,78	1,78
1A2	Combustión - Sector industria-Líquidos	CO2	0,7	N	0,023	0,083	0,07	1,18	1,18
1A3b	Transporte por carretera-Gasolina	CO2	0,2	N	0,052	0,060	0,11	0,25	0,28
1A4	Combustión - Otros sectores-Gaseosos	CO2	0,2	N	0,039	0,045	0,06	0,32	0,32
6A	Depósito en vertederos	CH4	3,5	S	0,019	0,041	1,94	0,58	2,02
2A1	Producción de cemento	CO2	0,3	N	0,013	0,039	0,11	0,08	0,14
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH4	0,3	N	0,009	0,038	0,08	0,16	0,18
1A1b	Refino de petróleo-Líquidos	CO2	0,1	N	0,014	0,032	0,04	0,11	0,12
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	10,4	N	0,008	0,032	3,26	0,81	3,35
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Líquidos	CO2	0,1	N	0,004	0,030	0,01	0,06	0,06
2F	Consumo de halocarburos y SF6	HFC&PFC	1,3	S	0,027	0,027	0,80	1,33	1,55
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	4,0	N	0,005	0,025	0,26	6,73	6,74
4B	Gestión de estiércol	CH4	0,2	N	0,001	0,023	0,01	0,10	0,10
1A2	Combustión - Sector industria-Sólidos	CO2	0,2	N	0,041	0,016	0,62	0,11	0,63
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO2	0,8	N	0,006	0,012	0,02	1,32	1,32
1A3a2	Aviación civil	CO2	0,2	N	0,005	0,012	0,02	0,26	0,26
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO2	0,3	N	0,000	0,012	0,00	0,17	0,17
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N2O	0,8	N	0,001	0,009	0,14	0,21	0,25
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO2	0,2	N	0,001	0,008	0,01	0,11	0,11
1A1b	Refino de petróleo-Gaseosos	CO2	0,0	N	0,007	0,007	0,01	0,03	0,03
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	0,0	N	0,003	0,007	0,02	0,03	0,03
4B	Gestión de estiércol	N2O	0,5	N	0,000	0,006	0,00	0,13	0,13
2A2	Otros procesos industriales	CO2	0,0	N	0,001	0,006	0,00	0,08	0,08
6B	Tratamiento de aguas residuales	N2O	1,8	N	0,000	0,004	0,11	0,09	0,14
1A4	Combustión - Otros sectores-Sólidos	CO2	0,1	N	0,006	0,004	0,09	0,11	0,14
1A4	Combustión - Otros sectores	CH4	0,3	N	0,001	0,003	0,14	0,07	0,16
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras-Sólidos	CO2	0,0	N	0,005	0,003	0,03	0,02	0,03
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH4	0,4	N	0,000	0,002	0,01	0,35	0,35
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N2O	1,5	N	0,001	0,002	0,79	0,01	0,79
1A2	Combustión - Sector industria	N2O	1,4	N	0,000	0,002	0,13	0,01	0,13
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH4	0,1	N	0,006	0,002	0,24	0,01	0,24
1A2	Combustión - Sector industria	CH4	0,2	N	0,002	0,002	0,23	0,01	0,23
2B2	Producción de ácido nítrico	N2O	0,0	N	0,010	0,002	0,10	0,01	0,10
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	0,0	N	0,019	0,001	0,00	0,06	0,06
1A4	Combustión - Otros sectores	N2O	1,0	N	0,000	0,001	0,05	0,04	0,06
*	Otras categorías		3,6	N	0,000	0,031	0,02	4,44	4,44
		TOTAL	12,84	En la evolución (diferencia entre año 2009 y "año de referencia 90/95")					9,74
		AJUSTADO		En la evolución (% respecto al valor central para el "año de referencia 90/95"):					2,17

Tabla A7.2.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2011

A		B	C	D			E	F	G
Categorías clave		Gas	Emisiones Año referencia 90/95 (Gg CO ₂ -e)	Emisiones Año 2011 (Gg CO ₂ -e)	Contribución Nivel (%)	Acumulado Nivel (%)	Incertidumbre VA (%)	Incertidumbre FE (%)	Incertidumbre propagada (%)
Código IPCC	Descripción categoría								
1A3b	Transporte por carretera-Diésel	CO2	25.089,34	62.814,30	17,9	17,9	6	2	5,9
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Sólidos	CO2	57.777,54	42.684,38	12,2	30,1	2	4	4,6
1A2	Combustión - Sector industria-Gaseosos	CO2	8.494,20	30.018,58	8,6	38,7	6	2	5,7
1A4	Combustión - Otros sectores-Líquidos	CO2	21.718,82	22.347,97	6,4	45,0	17	2	16,6
1A2	Combustión - Sector industria-Líquidos	CO2	24.692,96	21.138,27	6,0	51,1	11	3	11,5
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Gaseosos	CO2	437,08	21.074,35	6,0	57,1	2	2	2,4
1A3b	Transporte por carretera-Gasolina	CO2	26.032,94	15.846,33	4,5	61,6	3	2	3,9
6A	Depósito en vertederos	CH4	5.103,44	11.897,46	3,4	65,0	30	100	104,4
1A4	Combustión - Otros sectores-Gaseosos	CO2	1.318,59	11.100,50	3,2	68,2	6	2	5,7
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH4	11.120,26	10.515,40	3,0	71,2	3	9	9,5
2A1	Producción de cemento	CO2	12.279,01	9.522,69	2,7	73,9	2	8	8,4
1A1b	Refino de petróleo-Líquidos	CO2	10.860,82	8.914,26	2,5	79,0	3	3	3,9
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	9.284,90	8.513,13	2,4	81,5	18	400	400,4
2F	Consumo de halocarburos y SF6	HFC&PFC	8,02	8.133,45	2,3	83,8	50	30	58,3
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Líquidos	CO2	6.006,63	7.539,72	2,2	85,9	2	2	2,6
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	7.049,11	6.713,40	1,9	87,9	190	50	196,5
4B	Gestión de estiércol	CH4	5.172,30	6.611,30	1,9	89,7	3	8	8,5
1A2	Combustión - Sector industria-Sólidos	CO2	13.283,93	5.547,34	1,6	91,3	6	15	16,1
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO2	1.499,79	3.812,37	1,1	92,4	83	3	82,5
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO2	2.737,66	3.625,04	1,0	93,4	10	30	31,6
1A3a2	Aviación civil	CO2	1.761,51	3.337,70	1,0	94,4	17	5	17,2
1A1b	Refino de petróleo-Gaseosos	CO2	45,08	2.711,05	0,8	95,2	3	2	3,6
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO2	1.656,24	2.536,63	0,7	95,9	10	25	26,9
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N2O	2.472,63	2.501,84	0,7	96,6	16	100	101,3
4B	Gestión de estiércol	N2O	1.344,78	1.654,11	0,5	97,1	16	100	101,3
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	2.428,33	1.539,02	0,4	97,5	3	5	5,7
2A2	Otros procesos industriales	CO2	1.145,93	1.468,11	0,4	97,9	10	2	10,2
6B	Tratamiento de aguas residuales	N2O	1.072,24	1.250,91	0,4	98,3	14	500	500,2
1A4	Combustión - Otros sectores-Sólidos	CO2	2.282,29	865,12	0,2	98,5	22	15	26,7
1A4	Combustión - Otros sectores	CH4	816,78	718,27	0,2	98,8	22	150	151,6
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH4	562,13	706,57	0,2	99,0	100	160	188,7
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras-Sólidos	CO2	1.847,39	699,36	0,2	99,2	6	5	7,4
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH4	1.817,54	629,45	0,2	99,3	5	40	40,3
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N2O	276,68	599,19	0,2	99,5	3	900	900,0
1A2	Combustión - Sector industria	N2O	417,57	548,18	0,2	99,7	6	900	900,0
1A2	Combustión - Sector industria	CH4	81,85	530,67	0,2	99,8	6	150	150,1
1A4	Combustión - Otros sectores	N2O	318,00	354,35	0,1	99,9	22	900	900,3
2B2	Producción de ácido nítrico	N2O	2.800,03	258,36	0,1	100,0	2	10	10,2
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	4.637,88	53,59	0,0	100,0	30	0	30,0
*	Otras categorías		7.269,89	9.150,98	2,6	76,5	100	100	141,4
TOTAL			285.022,12	350.483,69					
AJUSTADO			285.022,12	350.483,69					

Tabla A7.2.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2011 (Continuación)

A		B	H	SN	I	J	K	L	M
Categorías clave		Gas	Incertidumbre combinada	Correlación VA en el tiempo	Sensibilidad Tipo A	Sensibilidad Tipo B	Incertidumbre evolución F.E.	Incertidumbre evolución VA	Incertidumbre evolución emisiones
Código IPCC	Descripción categoría		(% Emis.2009)	(S/N)			(%)	(%)	(%)
1A3b	Transporte por carretera-Diésel	CO2	1,1	N	0,112	0,220	0,25	1,71	1,73
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Sólidos	CO2	0,6	N	0,099	0,150	0,40	0,47	0,61
1A2	Combustión - Sector industria-Gaseosos	CO2	0,5	N	0,069	0,105	0,10	0,82	0,83
1A4	Combustión - Otros sectores-Líquidos	CO2	1,1	N	0,015	0,078	0,03	1,83	1,83
1A2	Combustión - Sector industria-Líquidos	CO2	0,7	N	0,032	0,074	0,10	1,15	1,16
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Gaseosos	CO2	0,1	N	0,072	0,074	0,11	0,20	0,23
1A3b	Transporte por carretera-Gasolina	CO2	0,2	N	0,057	0,056	0,12	0,26	0,29
6A	Depósito en vertederos	CH4	3,5	S	0,020	0,042	1,97	0,59	2,06
1A4	Combustión - Otros sectores-Gaseosos	CO2	0,2	N	0,033	0,039	0,05	0,30	0,31
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH4	0,3	N	0,011	0,037	0,10	0,16	0,19
2A1	Producción de cemento	CO2	0,2	N	0,020	0,033	0,16	0,07	0,18
1A1b	Refino de petróleo-Líquidos	CO2	0,1	N	0,016	0,031	0,04	0,12	0,13
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	9,7	N	0,010	0,030	4,07	0,76	4,14
2F	Consumo de halocarburos y SF6	HFC&PFC	1,4	S	0,029	0,029	0,86	1,43	1,66
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Líquidos	CO2	0,1	N	0,001	0,026	0,00	0,06	0,06
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	3,8	N	0,007	0,024	0,34	6,33	6,34
4B	Gestión de estiércol	CH4	0,2	N	0,001	0,023	0,01	0,10	0,10
1A2	Combustión - Sector industria-Sólidos	CO2	0,3	N	0,038	0,019	0,57	0,15	0,59
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO2	0,9	N	0,007	0,013	0,02	1,56	1,56
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO2	0,3	N	0,001	0,013	0,03	0,18	0,18
1A3a2	Aviación civil	CO2	0,2	N	0,004	0,012	0,02	0,27	0,27
1A1b	Refino de petróleo-Gaseosos	CO2	0,0	N	0,009	0,010	0,01	0,04	0,05
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO2	0,2	N	0,002	0,009	0,04	0,13	0,13
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N2O	0,7	N	0,002	0,009	0,19	0,20	0,27
4B	Gestión de estiércol	N2O	0,5	N	0,000	0,006	0,00	0,13	0,13
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	0,0	N	0,005	0,005	0,02	0,02	0,03
2A2	Otros procesos industriales	CO2	0,0	N	0,000	0,005	0,00	0,07	0,07
6B	Tratamiento de aguas residuales	N2O	1,8	N	0,000	0,004	0,12	0,09	0,15
1A4	Combustión - Otros sectores-Sólidos	CO2	0,1	N	0,007	0,003	0,10	0,09	0,14
1A4	Combustión - Otros sectores	CH4	0,3	N	0,001	0,003	0,15	0,08	0,17
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH4	0,4	N	0,000	0,002	0,01	0,35	0,35
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras-Sólidos	CO2	0,0	N	0,006	0,002	0,03	0,02	0,03
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH4	0,1	N	0,006	0,002	0,23	0,02	0,23
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N2O	1,5	N	0,001	0,002	0,82	0,01	0,82
1A2	Combustión - Sector industria	N2O	1,4	N	0,000	0,002	0,11	0,01	0,11
1A2	Combustión - Sector industria	CH4	0,2	N	0,002	0,002	0,23	0,01	0,23
1A4	Combustión - Otros sectores	N2O	0,9	N	0,000	0,001	0,12	0,04	0,12
2B2	Producción de ácido nítrico	N2O	0,0	N	0,011	0,001	0,11	0,00	0,11
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	0,0	N	0,020	0,000	0,00	0,01	0,01
*	Otras categorías		3,7	N	0,001	0,032	0,07	4,54	4,54
TOTAL			12,28	En la evolución (diferencia entre año 2009 y "año de referencia 90/95")					9,90
AJUSTADO			En la evolución (% respecto al valor central para el "año de referencia 90/95"):						2,27

Tabla A7.3.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF-Convenio) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2010

A		B	C	D			E	F	G
Categorías clave		Gas	Emisiones Año referencia 90/95 (Gg CO ₂ -e)	Emisiones Año 2010 (Gg CO ₂ -e)	Contribución Nivel (%)	Acumulado Nivel (%)	Incertidumbre VA (%)	Incertidumbre FE (%)	Incertidumbre propagada (%)
Código IPCC	Descripción categoría								
1A3b	Transporte por carretera-Diésel	CO2	25.089,34	66.082,34	17,2	17,2	5	2	5,5
1A2	Combustión - Sector industria-Gaseosos	CO2	8.494,20	29.536,64	7,7	24,8	5	2	5,2
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Gaseosos	CO2	437,08	24.924,16	6,5	31,3	2	2	2,3
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Sólidos	CO2	57.777,54	24.533,58	6,4	37,7	2	4	4,5
1A4	Combustión - Otros sectores-Líquidos	CO2	21.718,82	23.913,09	6,2	43,9	15	2	15,2
1A2	Combustión - Sector industria-Líquidos	CO2	24.692,96	23.694,57	6,2	50,1	10	3	10,5
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero	CO2	-18.716,37	-18.741,30	4,9	54,9	5	50	50,2
1A3b	Transporte por carretera-Gasolina	CO2	26.032,94	17.027,73	4,4	59,4	3	2	3,7
1A4	Combustión - Otros sectores-Gaseosos	CO2	1.318,59	12.774,04	3,3	62,7	5	2	5,2
6A	Depósito en vertederos	CH4	5.103,44	11.770,97	3,1	65,7	30	100	104,4
2A1	Producción de cemento	CO2	12.279,01	11.197,40	2,9	68,7	2	8	8,4
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH4	11.120,26	10.943,33	2,8	71,5	3	9	9,5
1A1b	Refino de petróleo-Líquidos	CO2	10.860,82	9.156,47	2,4	76,4	3	3	3,7
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	9.284,90	9.036,38	2,3	78,7	18	400	400,4
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Líquidos	CO2	6.006,63	8.496,78	2,2	80,9	2	2	2,5
2F	Consumo de halocarburos y SF6	HFC&PFC	8,02	7.603,49	2,0	82,9	50	30	58,3
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	7.049,11	7.143,06	1,9	84,8	190	50	196,5
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero	CO2	-99,35	-6.568,24	1,7	86,5	5	93	93,1
4B	Gestión de estiércol	CH4	5.172,30	6.565,00	1,7	88,2	3	8	8,5
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero	CO2	-2.082,15	-6.298,77	1,6	89,8	5	200	200,1
1A2	Combustión - Sector industria-Sólidos	CO2	13.283,93	4.585,66	1,2	91,0	5	15	15,9
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO2	1.499,79	3.546,21	0,9	91,9	75	3	75,0
1A3a2	Aviación civil	CO2	1.761,51	3.510,61	0,9	92,8	15	5	15,8
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO2	2.737,66	3.368,19	0,9	93,7	10	30	31,6
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero	CO2	1.152,87	2.936,79	0,8	94,5	5	17	17,7
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N2O	2.472,63	2.632,02	0,7	95,1	16	100	101,3
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO2	1.656,24	2.177,02	0,6	95,7	10	25	26,9
1A1b	Refino de petróleo-Gaseosos	CO2	45,08	2.110,84	0,5	96,3	3	2	3,4
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	2.428,33	2.080,93	0,5	96,8	3	5	5,7
4B	Gestión de estiércol	N2O	1.344,78	1.654,38	0,4	97,2	16	100	101,3
2A2	Otros procesos industriales	CO2	1.145,93	1.584,32	0,4	97,6	10	2	10,2
6B	Tratamiento de aguas residuales	N2O	1.072,24	1.248,22	0,3	98,0	14	500	500,2
1A4	Combustión - Otros sectores-Sólidos	CO2	2.282,29	1.146,00	0,3	98,3	20	15	25,1
5C2	Tierras convertidas a pastizales - Sumidero	CO2	-46,76	-934,47	0,2	98,5	20	600	600,3
1A4	Combustión - Otros sectores	CH4	816,78	734,08	0,2	98,7	20	150	151,3
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras-Sólidos	CO2	1.847,39	724,68	0,2	98,9	5	5	7,1
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH4	562,13	705,59	0,2	99,1	100	160	188,7
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N2O	276,68	589,58	0,2	99,2	3	900	900,0
1A2	Combustión - Sector industria	N2O	417,57	552,42	0,1	99,4	5	900	900,0
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH4	1.817,54	536,09	0,1	99,5	5	40	40,3
1A2	Combustión - Sector industria	CH4	81,85	532,55	0,1	99,6	5	150	150,1
2B2	Producción de ácido nítrico	N2O	2.800,03	504,39	0,1	99,8	2	10	10,2
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	4.637,88	395,16	0,1	99,9	30	0	30,0
1A4	Combustión - Otros sectores	N2O	318,00	372,56	0,1	100,0	20	900	900,2
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero	CO2	5,40	86,23	0,0	100,0	5	1000	1000,0
*	Otras categorías		7.950,52	9.575,10	2,5	74,0	100	100	141,4
TOTAL			265.916,38	319.745,85					
AJUSTADO			307.805,65	384.831,43					

Tabla A7.3.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF-Convenio) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2010 (Continuación)

A		B	H	SN	I	J	K	L	M
Categorías clave		Gas	Incertidumbre combinada	Correlación VA en el tiempo	Sensibilidad Tipo A	Sensibilidad Tipo B	Incertidumbre evolución F.E.	Incertidumbre evolución VA	Incertidumbre evolución emisiones
Código IPCC	Descripción categoría		(% Emis.2009)	(S/N)			(%)	(%)	(%)
1A3b	Transporte por carretera-Diésel	CO2	1,1	N	0,135	0,249	0,30	1,76	1,78
1A2	Combustión - Sector industria-Gaseosos	CO2	0,5	N	0,073	0,111	0,11	0,79	0,79
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Gaseosos	CO2	0,2	N	0,092	0,094	0,14	0,23	0,27
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Sólidos	CO2	0,3	N	0,169	0,092	0,67	0,26	0,72
1A4	Combustión - Otros sectores-Líquidos	CO2	1,1	N	0,008	0,090	0,02	1,91	1,91
1A2	Combustión - Sector industria-Líquidos	CO2	0,8	N	0,023	0,089	0,07	1,26	1,26
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero	CO2	2,9	S	0,014	0,070	0,71	0,07	0,71
1A3b	Transporte por carretera-Gasolina	CO2	0,2	N	0,054	0,064	0,11	0,27	0,29
1A4	Combustión - Otros sectores-Gaseosos	CO2	0,2	N	0,042	0,048	0,06	0,34	0,35
6A	Depósito en vertederos	CH4	3,8	S	0,021	0,044	2,12	0,64	2,21
2A1	Producción de cemento	CO2	0,3	N	0,013	0,042	0,11	0,09	0,14
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH4	0,3	N	0,009	0,041	0,08	0,17	0,19
1A1b	Refino de petróleo-Líquidos	CO2	0,1	N	0,015	0,034	0,04	0,12	0,13
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	11,3	N	0,008	0,034	3,20	0,87	3,31
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Líquidos	CO2	0,1	N	0,005	0,032	0,01	0,07	0,07
2F	Consumo de halocarburos y SF6	HFC&PFC	1,4	S	0,029	0,029	0,86	1,43	1,67
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	4,4	N	0,005	0,027	0,25	7,22	7,22
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero	CO2	1,9	S	0,024	0,025	2,26	0,12	2,26
4B	Gestión de estiércol	CH4	0,2	N	0,001	0,025	0,01	0,10	0,11
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero	CO2	3,9	S	0,014	0,024	2,85	0,07	2,86
1A2	Combustión - Sector industria-Sólidos	CO2	0,2	N	0,043	0,017	0,65	0,12	0,66
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO2	0,8	N	0,007	0,013	0,02	1,41	1,41
1A3a2	Aviación civil	CO2	0,2	N	0,005	0,013	0,03	0,28	0,28
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO2	0,3	N	0,000	0,013	0,01	0,18	0,18
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero	CO2	0,2	N	0,006	0,011	0,10	0,08	0,13
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N2O	0,8	N	0,001	0,010	0,13	0,22	0,26
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO2	0,2	N	0,001	0,008	0,02	0,12	0,12
1A1b	Refino de petróleo-Gaseosos	CO2	0,0	N	0,008	0,008	0,01	0,03	0,04
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	0,0	N	0,003	0,008	0,02	0,03	0,04
4B	Gestión de estiércol	N2O	0,5	N	0,000	0,006	0,01	0,14	0,14
2A2	Otros procesos industriales	CO2	0,1	N	0,001	0,006	0,00	0,08	0,08
6B	Tratamiento de aguas residuales	N2O	2,0	N	0,000	0,005	0,08	0,09	0,12
1A4	Combustión - Otros sectores-Sólidos	CO2	0,1	N	0,006	0,004	0,09	0,12	0,15
5C2	Tierras convertidas a pastizales - Sumidero	CO2	1,8	S	0,003	0,004	1,98	0,07	1,98
1A4	Combustión - Otros sectores	CH4	0,3	N	0,001	0,003	0,14	0,08	0,16
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras-Sólidos	CO2	0,0	N	0,006	0,003	0,03	0,02	0,03
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH4	0,4	N	0,000	0,003	0,02	0,38	0,38
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N2O	1,7	N	0,001	0,002	0,87	0,01	0,87
1A2	Combustión - Sector industria	N2O	1,6	N	0,000	0,002	0,17	0,01	0,17
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH4	0,1	N	0,006	0,002	0,25	0,01	0,25
1A2	Combustión - Sector industria	CH4	0,2	N	0,002	0,002	0,24	0,01	0,25
2B2	Producción de ácido nítrico	N2O	0,0	N	0,011	0,002	0,11	0,01	0,11
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	0,0	N	0,019	0,001	0,00	0,06	0,06
1A4	Combustión - Otros sectores	N2O	1,0	N	0,000	0,001	0,03	0,04	0,05
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero	CO2	0,3	S	0,000	0,000	0,30	0,00	0,30
*	Otras categorías		4,2	N	0,000	0,036	0,01	5,09	5,09
TOTAL			15,14	En la evolución (diferencia entre año 2009 y "año de referencia 90/95")					11,33
				En la evolución (% respecto al valor central para el "año de referencia 90/95"):					2,29

Tabla A7.4.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF-Convenio) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2011

A		B	C	D			E	F	G
Categorías clave		Gas	Emisiones Año referencia 90/95 (Gg CO ₂ -e)	Emisiones Año 2011 (Gg CO ₂ -e)	Contribución Nivel (%)	Acumulado Nivel (%)	Incertidumbre VA (%)	Incertidumbre FE (%)	Incertidumbre propagada (%)
Código IPCC	Descripción categoría								
1A3b	Transporte por carretera-Diésel	CO2	25.089,34	62.814,30	16,2	16,2	6	2	5,9
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Sólidos	CO2	57.777,54	42.684,38	11,0	27,3	2	4	4,6
1A2	Combustión - Sector industria-Gaseosos	CO2	8.494,20	30.018,58	7,8	35,0	6	2	5,7
1A4	Combustión - Otros sectores-Líquidos	CO2	21.718,82	22.347,97	5,8	40,8	17	2	16,6
1A2	Combustión - Sector industria-Líquidos	CO2	24.692,96	21.138,27	5,5	46,3	11	3	11,5
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Gaseosos	CO2	437,08	21.074,35	5,4	51,7	2	2	2,4
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero	CO2	-18.716,37	-18.792,18	4,9	56,6	5	50	50,2
1A3b	Transporte por carretera-Gasolina	CO2	26.032,94	15.846,33	4,1	60,7	3	2	3,9
6A	Depósito en vertederos	CH4	5.103,44	11.897,46	3,1	63,7	30	100	104,4
1A4	Combustión - Otros sectores-Gaseosos	CO2	1.318,59	11.100,50	2,9	66,6	6	2	5,7
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH4	11.120,26	10.515,40	2,7	69,3	3	9	9,5
2A1	Producción de cemento	CO2	12.279,01	9.522,69	2,5	74,5	2	8	8,4
1A1b	Refino de petróleo-Líquidos	CO2	10.860,82	8.914,26	2,3	76,8	3	3	3,9
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	9.284,90	8.513,13	2,2	79,0	18	400	400,4
2F	Consumo de halocarburos y SF6	HFC&PFC	8,02	8.133,45	2,1	81,1	50	30	58,3
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Líquidos	CO2	6.006,63	7.539,72	1,9	83,1	2	2	2,6
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	7.049,11	6.713,40	1,7	84,8	190	50	196,5
4B	Gestión de estiércol	CH4	5.172,30	6.611,30	1,7	86,5	3	8	8,5
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero	CO2	-99,35	-6.528,76	1,7	88,2	5	93	93,1
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero	CO2	-2.082,15	-6.463,59	1,7	89,9	5	200	200,1
1A2	Combustión - Sector industria-Sólidos	CO2	13.283,93	5.547,34	1,4	91,3	6	15	16,1
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO2	1.499,79	3.812,37	1,0	92,3	83	3	82,5
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO2	2.737,66	3.625,04	0,9	93,2	10	30	31,6
1A3a2	Aviación civil	CO2	1.761,51	3.337,70	0,9	94,1	17	5	17,2
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero	CO2	1.152,87	2.936,79	0,8	94,8	5	17	17,7
1A1b	Refino de petróleo-Gaseosos	CO2	45,08	2.711,05	0,7	95,5	3	2	3,6
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO2	1.656,24	2.536,63	0,7	96,2	10	25	26,9
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N2O	2.472,63	2.501,84	0,6	96,8	16	100	101,3
4B	Gestión de estiércol	N2O	1.344,78	1.654,11	0,4	97,3	16	100	101,3
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	2.428,33	1.539,02	0,4	97,7	3	5	5,7
2A2	Otros procesos industriales	CO2	1.145,93	1.468,11	0,4	98,0	10	2	10,2
6B	Tratamiento de aguas residuales	N2O	1.072,24	1.250,91	0,3	98,4	14	500	500,2
5C2	Tierras convertidas a pastizales - Sumidero	CO2	-46,76	-934,47	0,2	98,6	20	600	600,3
1A4	Combustión - Otros sectores-Sólidos	CO2	2.282,29	865,12	0,2	98,8	22	15	26,7
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH4	562,13	706,57	0,2	99,0	100	160	188,7
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras-Sólidos	CO2	1.847,39	699,36	0,2	99,2	6	5	7,4
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH4	1.817,54	629,45	0,2	99,4	5	40	40,3
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N2O	276,68	599,19	0,2	99,5	3	900	900,0
1A2	Combustión - Sector industria	N2O	417,57	548,18	0,1	99,7	6	900	900,0
1A2	Combustión - Sector industria	CH4	81,85	530,67	0,1	99,8	6	150	150,1
1A4	Combustión - Otros sectores	N2O	318,00	354,35	0,1	99,9	22	900	900,3
2B2	Producción de ácido nítrico	N2O	2.800,03	258,36	0,1	99,9	2	10	10,2
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero	CO2	5,40	83,26	0,0	100,0	5	1000	1000,0
2C3		PFC	832,16	62,47	0,0	100,0	1	20	20,0
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	4.637,88	53,59	0,0	100,0	30	0	30,0
*	Otras categorías		7.935,14	10.434,50	2,7	72,0	100	100	141,4
TOTAL			265.916,38	321.412,46					
AJUSTADO			307.805,65	386.850,45					

Tabla A7.4.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF-Convenio) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2011 (Continuación)

A		B	H	SN	I	J	K	L	M
Categorías clave		Gas	Incertidumbre combinada	Correlación VA en el tiempo (S/N)	Sensibilidad Tipo A	Sensibilidad Tipo B	Incertidumbre evolución F.E. (%)	Incertidumbre evolución VA (%)	Incertidumbre evolución emisiones (%)
Código IPCC	Descripción categoría		(% Emis.2009)						
1A3b	Transporte por carretera-Diésel	CO2	1,2	N	0,122	0,236	0,27	1,84	1,86
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Sólidos	CO2	0,6	N	0,102	0,161	0,41	0,50	0,64
1A2	Combustión - Sector industria-Gaseosos	CO2	0,5	N	0,074	0,113	0,11	0,88	0,89
1A4	Combustión - Otros sectores-Líquidos	CO2	1,2	N	0,015	0,084	0,03	1,96	1,96
1A2	Combustión - Sector industria-Líquidos	CO2	0,8	N	0,033	0,079	0,10	1,24	1,24
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Gaseosos	CO2	0,2	N	0,077	0,079	0,12	0,22	0,24
5A1	Bosques que permanecen bosques - Sumidero	CO2	2,9	S	0,014	0,071	0,72	0,07	0,72
1A3b	Transporte por carretera-Gasolina	CO2	0,2	N	0,059	0,060	0,12	0,28	0,30
6A	Depósito en vertederos	CH4	3,9	S	0,022	0,045	2,15	0,65	2,25
1A4	Combustión - Otros sectores-Gaseosos	CO2	0,2	N	0,036	0,042	0,05	0,32	0,33
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH4	0,3	N	0,011	0,040	0,10	0,17	0,19
2A1	Producción de cemento	CO2	0,2	N	0,020	0,036	0,17	0,08	0,18
1A1b	Refino de petróleo-Líquidos	CO2	0,1	N	0,016	0,034	0,04	0,13	0,14
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	10,6	N	0,010	0,032	4,07	0,81	4,15
2F	Consumo de halocarburos y SF6	HFC&PFC	1,5	S	0,031	0,031	0,92	1,53	1,78
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público-Líquidos	CO2	0,1	N	0,001	0,028	0,00	0,07	0,07
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	4,1	N	0,007	0,025	0,34	6,78	6,79
4B	Gestión de estiércol	CH4	0,2	N	0,001	0,025	0,01	0,11	0,11
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero	CO2	1,9	S	0,024	0,025	2,24	0,12	2,24
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero	CO2	4,0	S	0,015	0,024	2,97	0,07	2,97
1A2	Combustión - Sector industria-Sólidos	CO2	0,3	N	0,039	0,021	0,60	0,16	0,62
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO2	1,0	N	0,008	0,014	0,02	1,67	1,67
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO2	0,4	N	0,001	0,014	0,04	0,19	0,20
1A3a2	Aviación civil	CO2	0,2	N	0,005	0,013	0,02	0,29	0,29
5B1	Tierras agrarias que permanecen tierras agrarias - Sumidero	CO2	0,2	N	0,006	0,011	0,10	0,08	0,13
1A1b	Refino de petróleo-Gaseosos	CO2	0,0	N	0,010	0,010	0,01	0,05	0,05
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO2	0,2	N	0,002	0,010	0,05	0,13	0,14
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N2O	0,8	N	0,002	0,009	0,18	0,21	0,28
4B	Gestión de estiércol	N2O	0,5	N	0,000	0,006	0,01	0,14	0,14
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	0,0	N	0,005	0,006	0,03	0,02	0,04
2A2	Otros procesos industriales	CO2	0,0	N	0,000	0,006	0,00	0,08	0,08
6B	Tratamiento de aguas residuales	N2O	1,9	N	0,000	0,005	0,08	0,09	0,13
5C2	Tierras convertidas a pastizales - Sumidero	CO2	1,7	S	0,003	0,004	1,98	0,07	1,98
1A4	Combustión - Otros sectores-Sólidos	CO2	0,1	N	0,007	0,003	0,11	0,10	0,15
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH4	0,4	N	0,000	0,003	0,02	0,38	0,38
1A1c	Combustión estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras-Sólidos	CO2	0,0	N	0,006	0,003	0,03	0,02	0,04
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH4	0,1	N	0,006	0,002	0,24	0,02	0,24
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N2O	1,7	N	0,001	0,002	0,90	0,01	0,90
1A2	Combustión - Sector industria	N2O	1,5	N	0,000	0,002	0,15	0,02	0,15
1A2	Combustión - Sector industria	CH4	0,2	N	0,002	0,002	0,24	0,02	0,24
1A4	Combustión - Otros sectores	N2O	1,0	N	0,000	0,001	0,10	0,04	0,11
2B2	Producción de ácido nítrico	N2O	0,0	N	0,012	0,001	0,12	0,00	0,12
5A2	Tierras convertidas a bosques - Sumidero	CO2	0,3	S	0,000	0,000	0,29	0,00	0,29
2C3		PFC	0,0	N	0,004	0,000	0,07	0,00	0,07
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	0,0	N	0,021	0,000	0,00	0,01	0,01
*	Otras categorías		4,6	N	0,003	0,039	0,32	5,55	5,56
TOTAL			14,68	En la evolución (diferencia entre año 2009 y "año de referencia 90/95")					11,66
				En la evolución (% respecto al valor central para el "año de referencia 90/95"):					2,43

Tabla A7.5.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (LULUCF-PK) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2010

A		B	C	D		E	F	G	H	
Categorías clave		Gas	Emisiones Año referencia 90/95	Emisiones Año 2010	Contribución Nivel	Acumulado Nivel	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada
Código IPCC	Descripción categoría		(Gg CO ₂ -e)	(Gg CO ₂ -e)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% Emis.2009)
A11	Repoblación y reforestación - Sumidero	CO2		-6.568,24	34,6	34,6	5	93	93,0	50,6
B2	Gestión de tierras agrícolas - Sumidero	CO2	-2.128,92	-6.438,95	33,9	68,5	5	200	200,0	106,8
B2	Gestión de tierras agrícolas - Fuente	CO2	1.417,37	3.201,28	16,9	85,4	5	16	17,0	4,5
B1	Gestión forestal - Sumidero	CO2		-2.518,41	13,3	98,6	0	0	0,0	0,0
A2	Deforestación - Fuente	CO2		108,06	0,6	99,2	10	68	69,0	0,6
A11	Repoblación y reforestación - Fuente	CO2		86,23	0,5	99,6	16	60	62,1	0,4
B1	Gestión forestal - Fuente	CH4&N2O		61,74	0,3	100,0	16	60	62,1	0,3
A11	Repoblación y reforestación - Fuente	CH4&N2O		5,28	0,0	100,0	16	60	62,1	0,0
TOTAL			-711,55	-12.062,99	INCERTIDUMBRE					
AJUSTADO			3.546,28	18.988,20	118,25					

Tabla A7.6.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (LULUCF-PK) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2011

A		B	C	D		E		F	G	H
Categorías clave		Gas	Emisiones Año referencia 90/95	Emisiones Año 2011	Contribución Nivel	Acumulado Nivel	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada
Código IPCC	Descripción categoría		(Gg CO ₂ -e)	(Gg CO ₂ -e)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% Emis.2009)
B2	Gestión de tierras agrícolas - Sumidero	CO2	-2.128,92	-6.650,49	34,7	34,7	5	200	200,0	108,7
A11	Repoblación y reforestación - Sumidero	CO2		-6.528,76	34,1	68,8	5	93	93,0	49,6
B2	Gestión de tierras agrícolas - Fuente	CO2	1.417,37	3.201,28	16,7	85,5	5	16	17,0	4,4
B1	Gestión forestal - Sumidero	CO2		-2.518,51	13,1	98,6	0	0	0,0	0,0
A2	Deforestación - Fuente	CO2		109,01	0,6	99,2	10	68	69,0	0,6
A11	Repoblación y reforestación - Fuente	CO2		83,26	0,4	99,7	16	60	62,1	0,4
B1	Gestión forestal - Fuente	CH4&N2O		61,84	0,3	100,0	16	60	62,1	0,3
A11	Repoblación y reforestación - Fuente	CH4&N2O		5,18	0,0	100,0	16	60	62,1	0,0
TOTAL			-711,55	-12.237,18	INCERTIDUMBRE					
AJUSTADO			3.546,28	19.158,34						

ANEXO 8.- FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ Y PCI DE LOS COMBUSTIBLES

En este anexo se presenta la información, por defecto, que sobre factores de emisión de CO₂ y poderes caloríficos inferiores (PCI) de los combustibles, se han considerado en la edición 1990-2011 del inventario nacional cuando no se disponía de información específica más detallada.

Tabla A8.1.- Factores de emisión de CO₂ y poderes caloríficos por defecto para el inventario 2011

Combustible	Factor de emisión de CO ₂ (tCO ₂ /TJ) (sin factor de oxidación)	Factor de oxidación	Factor de emisión de CO ₂ (tCO ₂ /TJ) incluye factor de oxidación	Poder Calorífico Inferior (PCI)	
				GJ _{PCI} /Unidad	Unidad
Gas natural (1) (2)	56,3	0,995	56	38,54	miles m ³ N
Fuelóleo (3)	76,8	0,99	76	40,18	toneladas
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4	toneladas
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5	toneladas
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2	toneladas
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78	toneladas

(1) El PCI también se puede expresar en relación a la masa, siendo su valor de 48,24 GJ / tonelada

(2) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

(3) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

Tabla A8.2.- Sector: Siderurgia

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Antracita (2)	98,3	0,98	96,3	30,26
Carbón coquizable (2)	93,7	0,98	91,8	28,4
Coque (3)	112,3	0,98	110	26,54
Coque de petróleo	99,3	0,99	98,3	32,5
Fuelóleo (4)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (5) (6)	56,3	0,995	56	48,24
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78
Gas de coquería (7)	-	0,995	-	-
Gas de horno alto (7)	-	0,995	-	-
Gas de acería (LD) (7)	-	0,995	-	-
Gas de refinería (8)	54,4	0,995	54,1	48,3

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) Valores variables dependiendo de las características. Se ha mantenido el valor utilizado en 2002

(3) Valores medios obtenidos del análisis de GFPs del Inventario del año 2011 (siderurgia integral)

(4) La limitación del porcentaje de azufre según el RD 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

(5) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m³N

(6) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

(7) Valores específicos de planta y año

(8) Valor calculado en base a información disponible de refinerías suministradoras.

Tabla A8.3.- Sector: Cemento

Combustible (6)	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Carbón nacional	101,4	0,98	99,42	23,12
Carbón de importación	103,1	0,98	101	25,53
Coque de petróleo	99,3	0,99	98,3	32,5
Fuelóleo (2)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (3) (4)	56,3	0,995	56	48,24
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78
Neumáticos (5)	65,3	0,98	63,988	31,39
Serrín impregnado (5)	50,5	0,98	49,5	12,8
Aceites usados	73,7	0,99	73	40,19
Disolventes	83,8	0,99	83	33,27

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, Nº 1 y Nº 2

(3) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m³N

(4) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

(5) Los factores de emisión que se muestran están referidos a la fracción fósil de carbono contenida en el combustible

(6) Para otro tipo de combustibles utilizados en este sector, se considerarán valores específicos a nivel de planta.

Tabla A8.4.- Sector: Cal

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Antracita	100,3	0,98	98,3	28,646
Coque siderúrgico	107	0,98	105	28,2
Coque de petróleo	101,8	0,99	100,76	35,564
Fuelóleo (2)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (3) (4)	56,3	0,995	56	48,24
Aceites usados	73	0,99	72,27	40,2

Los valores indicados en la tabla anterior son valores por defecto cuando no se disponga de información específica del combustible referente a poder calorífico inferior (PCI) o contenido de carbono del combustible.

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, Nº 1 y Nº 2

(3) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m³N

(4) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

Tabla A8.5.- Sector: Vidrio

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Coque metalúrgico (2)	107	0,98	105	28,2
Fuelóleo (3)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (4) (5)	56,3	0,995	56	48,24
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) Estos valores deberán ser revisados a la luz de información específica de las plantas del sector.

(3) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

(4) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m³N

(5) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

Tabla A8.6.- Sector: Fritas de vidrio

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Fuelóleo (2)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (3) (4)	56,3	0,995	56	48,24
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

(3) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m³N

(4) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

Tabla A8.7.- Sector: Ladrillos y tejas

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Coque de petróleo (2)	99,3	0,99	98,3	32,5
Fuelóleo (3)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (4) (5)	56,3	0,995	56	48,24

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) Estos datos se han tomado de valores medios obtenidos a partir de información facilitada por OFICEMEN, principal sector consumidor de este combustible

(3) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

(4) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m³N

(5) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

Tabla A8.8.- Sector: Azulejos y baldosas

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Fuelóleo (2)	76,8	0,99	76	40,18
Gas natural (3) (4)	56,3	0,995	56	48,24
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, Nº 1 y Nº 2

(3) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m³N

(4) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

Tabla A8.9.- Sector: Pasta de papel, papel y cartoncillo

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Hulla y antracita (2)	-	-	-	-
Lignito negro (2)	-	-	-	-
Coque de petróleo (2)	-	-	-	-
Fuelóleo (3)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (4) (5)	56,3	0,995	56	48,24
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) Valores específicos correspondientes a los centros de fabricación que utilizan estos combustibles

(3) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, Nº 1 y Nº 2

(4) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m³N

(5) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

UNIDADES Y CONVERSIONES

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

UNIDADES BÁSICAS			MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS		
MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO	FACTOR	PREFIJO	SÍMBOLO
Longitud	metro	m	10^{-15}	femto	f
Masa	kilogramo	kg	10^{-12}	pico	p
Tiempo	segundo	s	10^{-9}	nano	n
Intensidad eléctrica	amperio	A	10^{-6}	micro	u
Temperatura	kelvin	K	10^{-3}	mili	m
Cantidad de materia	mol	mol	10^{-2}	centi	c
Intensidad luminosa	candela	Cd	10^{-1}	deci	d
ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS			10	deca	da
MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO	10^2	hecto	h
Superficie	metro cuadrado	m ²	10^3	kilo	k
Volumen	metro cúbico	m ³	10^6	mega	M
Energía, Trabajo o	julio	J	10^9	giga	G
Cantidad de calor			10^{12}	tera	T
Presión	pascal	Pa	10^{15}	peta	P

En cuanto a la magnitud masa se utilizará, según sea el caso, un prefijo antepuesto a la unidad gramo o directamente la expresión equivalente utilizada más comúnmente. Así, en concreto, para las emisiones se utilizará frecuentemente la expresión en gigagramos (Gg), equivalente a kilotoneladas (kt) o en megagramos (Mg), equivalente a toneladas (t); sin embargo, para muchas variables de actividad la información, como es usual en las publicaciones de referencia, puede venir expresada en kilotoneladas o en toneladas.

En cuanto a la magnitud energía se utilizará, según sea el caso, un prefijo antepuesto a la unidad Julio (J), habitualmente se tratará de gigajulios (GJ).

En cuanto a la magnitud superficie se utilizará, según sea el caso, un prefijo antepuesto a la unidad metro cuadrado (m²) o directamente la expresión equivalente utilizada más frecuentemente. Así se tratará de metros al cuadrado (m²) o de hectáreas (ha, igual a 10000 m²).

En cuanto a la magnitud volumen se utilizará, según sea el caso un prefijo antepuesto a la unidad metro cúbico (m³). En el caso de los gases se referirá la medición a condiciones normales (m³N) es decir a 0°C y 1 atmósfera de presión.

POTENCIALES DE CALENTAMIENTO ATMOSFÉRICO

GAS	FÓRMULA	POTENCIAL DE CALENTAMIENTO IPCC 1995 ¹
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido nitroso	N ₂ O	310
HIDROFLUOROCARBUIROS		
HFC-23	CHF ₃	11700
HFC-32	CH ₂ F ₂	650
HFC-41	CH ₃ F	150
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1300
HFC-125	C ₂ H ₂ F ₅	2800
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄ (CHF ₂ CHF ₂)	1000
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)	1300
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂ (CH ₃ CHF ₂)	140
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃ (CHF ₂ CH ₂ F)	300
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃ (CF ₃ CH ₃)	3800
HFC-227ea	C ₃ H ₂ F ₇	2900
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	6300
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	560
PERFLUOROCARBUIROS		
Perfluorometano	CF ₄	6500
Perfluoroetano	C ₂ F ₆	9200
Perfluoropropano	C ₃ F ₈	7000
Perfluorobutano	C ₄ F ₁₀	7000
Perfluorociclobutano	c-C ₄ F ₈	8700
Perfluoropentano	C ₅ F ₁₂	7500
Perfluorohexano	C ₆ F ₁₄	7400
HEXAFLUORURO DE AZUFRE	SF ₆	23900

Las emisiones de gases de efecto invernadero con efecto directo sobre el calentamiento se computan de forma agregada en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) ponderando los gases individuales del inventario de acuerdo con la tabla de potenciales de calentamiento de IPCC 1995 tomada del Segundo Informe de Evaluación sobre el Cambio Climático mostrada más arriba.

¹ IPCC ha publicado en 2001 y 2007, respectivamente su Tercer y Cuarto Informe de Evaluación sobre Cambio Climático, en los que actualiza la estimación de los potenciales de calentamiento de los gases, pero estas actualizaciones no han tenido hasta ahora implicación para la evaluación de los compromisos ya adquiridos de reducción de emisiones por los países que han ratificado el Protocolo de Kioto.

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AEDA	Asociación Española de Aerosoles
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AFOEX	Asociación Nacional de Empresas para el Fomento de las Oleaginosas y su Extracción
AIE	Agencia Internacional de la Energía
AITEMIN	Asociación para la Investigación y Desarrollo Industrial de los Recursos Naturales
ANAIP	Asociación Española de Industriales de Plásticos
ANAPE	Asociación Nacional de Poliestireno Expandido
ANAVE	Asociación de Navieros Españoles
ANEPROMA	Asociación Nacional de Empresas de Protección de la Madera
ANCADE	Asociación Nacional de Fabricantes de Cales y Derivados de España
ANFFE	Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes
ANFFECC	Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colores Cerámicos
API	American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo)
ASCER	Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos
ASEFAPI	Asociación Española de Fabricantes de Pinturas y Tintas de Imprimir
ASPAPEL	Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón
ATEPA	Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado
BREF	Best Available Techniques Reference Document (Documento de referencia sobre mejores técnicas disponibles)
CAD	Ciclos de aterrizaje-despegue
CARBUNION	Federación Nacional de Empresarios de Minas de Carbón
CEPE	Consejo Europeo de la Industria de la Pintura, Tintas de Imprimir y Colores para Artistas
CER	Catálogo Europeo de Residuos
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (Centro Técnico Interprofesional de Estudios de la Contaminación Atmosférica)
CLRTAP	Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (Convenio de Ginebra sobre Contaminación Transfronteriza a gran Distancia)
COFACO	Consortio Nacional de Industriales del Caucho
CONAFE	Confederación de Asociaciones de Frisona de España
COPERT	Programa informático para el cálculo de emisiones del transporte por carretera
CORES	Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos
CORINAIR	Subprograma CORINE sobre emisiones de contaminantes a la atmósfera
CORINE	Programa de Coordinación de la Información sobre el Medio Ambiente
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
COVNM	Compuestos Orgánicos Volátiles excluido el metano
CRF	Common Reporting Format (Formulario Común para Informes)
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DGT	Dirección General de Tráfico (Ministerio del Interior)
DOC	Degradable Organic Carbon (Carbono Orgánico Degradable)
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
EEA	European Environment Agency (Agencia Europea de Medio Ambiente)
EGTEI	Expert Group on Techno-Economic Issues of CLRTAP/EMEP (Grupo de Expertos en Temas Técnico-Económicos de CLRTAP/EMEP)
EMEP	European Monitoring Evaluation Programme of CLRTAP (Programa Europeo de Vigilancia continua y Evaluación de CLRTAP)
EPTMC	Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera
ERM	Estaciones de regulación y medida de la red de distribución de gas
EUROSTAT	Oficina Estadística de la Unión Europea
FCC	Craqueo catalítico fluido
FCI	Formulario Común para Informes
FEIQUE	Federación Empresarial de la Industria Química en España

GEI	Gases de Efecto Invernadero
GLP	Gases Licuados del Petróleo
HCFC	Hidroclorofluorocarburos
HFC	Hidrofluorocarburos
HISPALYT	Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida
IATA	International Air Transport Association (Asociación de Transporte Aéreo Internacional)
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis
IIN	Informe sobre los Inventarios Nacionales
INE	Instituto Nacional de Estadística
INM	Instituto Nacional de Meteorología (actualmente Agencia Estatal de Meteorología - AEMET)
IPCC	Panel Intergubernamental para el Cambio Climático
IPUR	Asociación de la Industria del Poliuretano Rígido
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry (Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura)
MAPA	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (actualmente Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino – MARM)
MARM	Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino
MITYC	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio
MMA	Ministerio de Medio Ambiente (actualmente Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino - MARM)
MECETA	Modelo Español de Cuantificación de Emisiones del Transporte Aéreo
NAPFUE	Nomenclatura de combustibles de CORINAIR
NUTS	Clasificación de Unidades Territoriales Administrativas de EUROSTAT
OACI	International Civil Aviation Organization (Organización de Aviación Civil Internacional)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico)
OFICEMEN	Agrupación de Fabricantes de Cemento de España
OFICO	Oficina de Compensaciones de la Energía Eléctrica

PCI	Poder Calorífico Inferior
PFC	Perfluorocarburos
PK	Protocolo de Kioto
RCE	Red de Carreteras del Estado
REGA	Registro General de Explotaciones Ganaderas
RU	Residuos Urbanos
SCMNUCC	Secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
SEDIGAS	Asociación Española del Gas
SENASA	Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica
SERCOBE	Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo
SIN	Sistema de Inventario Nacional
SNAP	Nomenclatura CORINAIR de actividades potencialmente contaminantes de la atmósfera
THC	Hidrocarburos totales
TRB	Toneladas de Registro Bruto
US EPA	United States Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos)
USDA	United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de Estados Unidos)
UNESID	Unión de Empresas Siderúrgicas
UNFCCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático