

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 1995-2012 (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 2008-2012, 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 Ordeño No ordeño | Ordeñadas | No ordeñadas |

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) | | | | |
|------------------------------|---|--------------------|----------|-------------------|-------|
| | Escurredo 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.bsyse.wsu.edu/cropsyst/manual/parametres/crop/harvest.htm#Hlconsts> >
- 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 |
| 2004-2012 | 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 silvicultura

En este epígrafe se presentan los anexos referidos en el capítulo 7 “Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura” (LULUCF).

A3.3.1.- Contenido de biomasa viva en tierras forestales que permanecen

La información del stock de biomasa viva por hectárea, provincia y año proviene de la información contenida en los Inventarios Forestales Nacionales (IFN2, IFN3 e IFN4⁴). Para los años en los que no se ha realizado un inventario forestal en la provincia, se ha estimado su contenido en biomasa viva interpolando entre los valores de los IFN más cercanos.

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.

De los tres Inventarios Forestales Nacionales (IFN2, IFN3 e IFN4) 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 biomasa⁵ (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 El Inventario Forestal Nacional 4 se encuentra aún en proceso de elaboración por lo que no se dispone de información para todas las provincias.

⁵ Estos parámetros de expansión de biomasa (BEF) se muestran, más adelante, en la tabla A.3.3.5. Estos factores de expansión de biomasa incluyen la influencia de la densidad de la madera, estando expresados en t.m.s./m³ de volumen maderable.

$$B_{ha} = Ba \bullet (1 + R)$$

donde,

B_{ha} = biomasa total por hectárea (t m.s. / ha)

Ba = biomasa aérea (t m.s. / ha)

R = relación raíz-vástago⁶ (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. $R = 0,326$

Para las provincias para las provincias de las que hay información del IFN4 se han calculado dos Gt diferentes tal y como muestran la tabla A.3.3.1.1 siguiente, en las que se recoge la información de biomasa viva (tanto aérea como subterránea) por provincia y año en toneladas de materia seca por hectárea, así como la información directa de los Inventarios Forestales Nacionales (año de realización y stock de biomasa), habiéndose resaltado en azul los datos que corresponden a datos directos de los IFN.

⁶ Entendido vástago como el total de la biomasa aérea.

Tabla A3.3.1.1.- Stocks de biomasa en el bosque (Gt en toneladas de materia sea por hectárea, t m.s. / ha)

| Provincia | Gt IFN2 | Gt IFN3 | Gt IFN4 | Fecha IFN2 | Fecha IFN3 | Fecha IFN4 | ΔGt por año IFN2 vs IFN3 | ΔGt por año IFN3 vs IFN4 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|-------------|---------|---------|---------|------------|-------------|------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| La Coruña | 82,77 | 105,67 | 148,46 | 1986 | 1997 | 2011 | 2,08 | 3,06 | 82,77 | 84,85 | 86,93 | 89,01 | 91,10 | 93,18 | 95,26 | 97,34 | 99,42 | 101,50 | 103,59 | 105,67 | 108,72 | 111,78 |
| Pontevedra | 93,92 | 105,74 | 145,82 | 1986 | 1998 | 2011 | 0,98 | 3,08 | 93,92 | 94,91 | 95,89 | 96,88 | 97,86 | 98,85 | 99,83 | 100,82 | 101,80 | 102,79 | 103,77 | 104,76 | 105,74 | 108,82 |
| Lugo | 73,19 | 98,90 | 126,35 | 1987 | 1998 | 2011 | 2,34 | 2,11 | 70,85 | 73,19 | 75,52 | 77,86 | 80,20 | 82,54 | 84,87 | 87,21 | 89,55 | 91,89 | 94,22 | 96,56 | 98,90 | 101,01 |
| Orense | 59,12 | 73,51 | 101,50 | 1987 | 1998 | 2011 | 1,31 | 2,15 | 57,81 | 59,12 | 60,43 | 61,74 | 63,04 | 64,35 | 65,66 | 66,97 | 68,28 | 69,59 | 70,90 | 72,20 | 73,51 | 75,67 |
| Baleares | 48,22 | 50,26 | 55,53 | 1986-87 | 1999 | 2012 | 0,17 | 0,41 | 48,05 | 48,22 | 48,39 | 48,56 | 48,73 | 48,90 | 49,07 | 49,24 | 49,41 | 49,58 | 49,75 | 49,92 | 50,09 | 50,26 |
| Murcia | 12,19 | 23,19 | 29,20 | 1986-87 | 1999 | 2012 | 0,92 | 0,46 | 11,28 | 12,19 | 13,11 | 14,03 | 14,94 | 15,86 | 16,78 | 17,69 | 18,61 | 19,52 | 20,44 | 21,36 | 22,27 | 23,19 |
| Asturias | 86,50 | 110,29 | 135,92 | 1988 | 1998 | 2012 | 2,38 | 1,83 | 81,74 | 84,12 | 86,50 | 88,88 | 91,26 | 93,64 | 96,01 | 98,39 | 100,77 | 103,15 | 105,53 | 107,91 | 110,29 | 112,12 |
| Cantabria | 128,51 | 129,27 | 146,58 | 1987-88 | 2000 | 2012 | 0,06 | 1,44 | 128,38 | 128,45 | 128,51 | 128,57 | 128,64 | 128,70 | 128,76 | 128,83 | 128,89 | 128,95 | 129,01 | 129,08 | 129,14 | 129,20 |
| Navarra | 122,78 | 124,83 | 145,52 | 1989-90 | 1999 | 2010 | 0,20 | 1,88 | 122,17 | 122,38 | 122,58 | 122,78 | 122,99 | 123,19 | 123,40 | 123,60 | 123,81 | 124,01 | 124,22 | 124,42 | 124,63 | 124,83 |
| La Rioja | 81,19 | 101,30 | | 1987 | 1999 | | 1,68 | | 79,51 | 81,19 | 82,86 | 84,54 | 86,22 | 87,89 | 89,57 | 91,25 | 92,92 | 94,60 | 96,27 | 97,95 | 99,63 | 101,30 |
| Madrid | 39,96 | 44,61 | | 1990 | 2000 | | 0,47 | | 38,10 | 38,56 | 39,03 | 39,49 | 39,96 | 40,42 | 40,89 | 41,35 | 41,82 | 42,28 | 42,75 | 43,21 | 43,68 | 44,14 |
| Cáceres | 17,70 | 26,34 | | 1990 | 2001 | | 0,79 | | 14,56 | 15,35 | 16,13 | 16,92 | 17,70 | 18,49 | 19,28 | 20,06 | 20,85 | 21,63 | 22,42 | 23,20 | 23,99 | 24,77 |
| Badajoz | 18,19 | 25,16 | | 1990-91 | 2001-02 | | 0,63 | | 15,66 | 16,29 | 16,92 | 17,56 | 18,19 | 18,83 | 19,46 | 20,09 | 20,73 | 21,36 | 21,99 | 22,63 | 23,26 | 23,90 |
| Barcelona | 57,76 | 73,29 | | 1990 | 2000-01 | | 1,41 | | 52,12 | 53,53 | 54,94 | 56,35 | 57,76 | 59,18 | 60,59 | 62,00 | 63,41 | 64,82 | 66,23 | 67,65 | 69,06 | 70,47 |
| Tarragona | 31,78 | 41,97 | | 1989 | 2000 (2001) | | 0,85 | | 29,23 | 30,08 | 30,93 | 31,78 | 32,63 | 33,48 | 34,32 | 35,17 | 36,02 | 36,87 | 37,72 | 38,57 | 39,42 | 40,27 |
| Gerona | 83,05 | 110,41 | | 1989 | 2001 | | 2,28 | | 76,21 | 78,49 | 80,77 | 83,05 | 85,33 | 87,61 | 89,89 | 92,17 | 94,45 | 96,73 | 99,01 | 101,29 | 103,57 | 105,85 |
| Lérida | 58,07 | 73,38 | | 1989-90 | 2000-2001 | | 1,39 | | 53,89 | 55,28 | 56,67 | 58,07 | 59,46 | 60,85 | 62,24 | 63,64 | 65,03 | 66,42 | 67,81 | 69,20 | 70,60 | 71,99 |
| Tenerife | 78,66 | 95,54 | | 1992 | 2002 | | 1,69 | | 68,53 | 70,22 | 71,91 | 73,59 | 75,28 | 76,97 | 78,66 | 80,35 | 82,03 | 83,72 | 85,41 | 87,10 | 88,79 | 90,47 |
| Las Palmas | 27,97 | 42,34 | | 1992 | 2002 | | 1,44 | | 19,35 | 20,79 | 22,22 | 23,66 | 25,10 | 26,53 | 27,97 | 29,41 | 30,84 | 32,28 | 33,72 | 35,15 | 36,59 | 38,03 |
| Salamanca | 24,78 | 31,77 | | 1992 | 2002 | | 0,70 | | 20,58 | 21,28 | 21,98 | 22,68 | 23,38 | 24,08 | 24,78 | 25,48 | 26,18 | 26,88 | 27,57 | 28,27 | 28,97 | 29,67 |
| Ávila | 47,24 | 52,24 | | 1991 | 2002 | | 0,45 | | 44,97 | 45,43 | 45,88 | 46,34 | 46,79 | 47,24 | 47,70 | 48,15 | 48,61 | 49,06 | 49,51 | 49,97 | 50,42 | 50,88 |
| Valladolid | 31,46 | 43,37 | | 1992 | 2002 | | 1,19 | | 24,31 | 25,50 | 26,69 | 27,88 | 29,07 | 30,27 | 31,46 | 32,65 | 33,84 | 35,03 | 36,22 | 37,41 | 38,60 | 39,79 |
| Zamora | 27,79 | 36,59 | | 1992 | 2002 | | 0,88 | | 22,50 | 23,38 | 24,26 | 25,14 | 26,03 | 26,91 | 27,79 | 28,67 | 29,55 | 30,43 | 31,31 | 32,19 | 33,07 | 33,95 |
| Burgos | 51,72 | 71,03 | | 1991 | 2003 | | 1,61 | | 43,68 | 45,29 | 46,90 | 48,50 | 50,11 | 51,72 | 53,33 | 54,94 | 56,55 | 58,16 | 59,77 | 61,37 | 62,98 | 64,59 |
| Palencia | 36,42 | 63,22 | | 1991 | 2003 | | 2,23 | | 25,26 | 27,49 | 29,72 | 31,95 | 34,19 | 36,42 | 38,65 | 40,89 | 43,12 | 45,35 | 47,59 | 49,82 | 52,05 | 54,29 |
| León | 48,84 | 55,16 | | 1992 | 2003 | | 0,57 | | 45,39 | 45,96 | 46,54 | 47,11 | 47,69 | 48,26 | 48,84 | 49,41 | 49,99 | 50,56 | 51,13 | 51,71 | 52,28 | 52,86 |
| Soria | 47,90 | 67,89 | | 1991 | 2004 | | 1,54 | | 40,21 | 41,75 | 43,28 | 44,82 | 46,36 | 47,90 | 49,44 | 50,97 | 52,51 | 54,05 | 55,59 | 57,13 | 58,67 | 60,20 |
| Segovia | 61,43 | 66,89 | | 1991 | 2004 | | 0,42 | | 59,32 | 59,75 | 60,17 | 60,59 | 61,01 | 61,43 | 61,85 | 62,27 | 62,69 | 63,11 | 63,53 | 63,95 | 64,37 | 64,79 |
| Guadalajara | 34,36 | 37,22 | | 1992 | 2003 | | 0,26 | | 32,81 | 33,06 | 33,32 | 33,58 | 33,84 | 34,10 | 34,36 | 34,62 | 34,88 | 35,14 | 35,40 | 35,66 | 35,92 | 36,18 |
| Cuenca | 41,58 | 43,80 | | 1992 | 2003 | | 0,20 | | 40,38 | 40,58 | 40,78 | 40,98 | 41,18 | 41,38 | 41,58 | 41,78 | 41,99 | 42,19 | 42,39 | 42,59 | 42,79 | 42,99 |
| Albacete | 28,51 | 28,35 | | 1993 | 2004 | | -0,01 | | 28,60 | 28,59 | 28,58 | 28,56 | 28,55 | 28,53 | 28,52 | 28,51 | 28,49 | 28,48 | 28,46 | 28,45 | 28,44 | 28,42 |
| Ciudad Real | 26,88 | 21,80 | | 1993 | 2004 | | -0,46 | | 30,12 | 29,66 | 29,20 | 28,74 | 28,27 | 27,81 | 27,35 | 26,88 | 26,42 | 25,96 | 25,50 | 25,03 | 24,57 | 24,11 |
| Toledo | 28,73 | 25,92 | | 1993 | 2004 | | -0,26 | | 30,52 | 30,27 | 30,01 | 29,76 | 29,50 | 29,24 | 28,99 | 28,73 | 28,48 | 28,22 | 27,96 | 27,71 | 27,45 | 27,20 |
| Huesca | 51,70 | 59,03 | | 1993 | 2004 | | 0,67 | | 47,04 | 47,70 | 48,37 | 49,03 | 49,70 | 50,37 | 51,03 | 51,70 | 52,37 | 53,03 | 53,70 | 54,37 | 55,03 | 55,70 |
| Teruel | 32,19 | 42,94 | | 1994 | 2004-05 | | 0,98 | | 24,38 | 25,35 | 26,33 | 27,31 | 28,29 | 29,26 | 30,24 | 31,22 | 32,19 | 33,17 | 34,15 | 35,13 | 36,10 | 37,08 |
| Zaragoza | 24,97 | 31,19 | | 1993 | 2004-05 | | 0,52 | | 21,35 | 21,87 | 22,38 | 22,90 | 23,42 | 23,94 | 24,46 | 24,97 | 25,49 | 26,01 | 26,53 | 27,05 | 27,56 | 28,08 |
| Álava | 92,44 | 113,79 | 134,43 | 1996 | 2006 | 2012 | 2,14 | 3,44 | 71,08 | 73,22 | 75,35 | 77,49 | 79,63 | 81,76 | 83,90 | 86,03 | 88,17 | 90,30 | 92,44 | 94,57 | 96,71 | 98,84 |
| Guipúzcoa | 101,15 | 129,26 | 134,43 | 1996 | 2006 | 2012 | 2,81 | 0,86 | 73,04 | 75,85 | 78,66 | 81,47 | 84,28 | 87,09 | 89,90 | 92,72 | 95,53 | 98,34 | 101,15 | 103,96 | 106,77 | 109,58 |
| Vizcaya | 84,22 | 105,37 | 134,43 | 1996 | 2006 | 2012 | 2,11 | 4,84 | 63,07 | 65,19 | 67,30 | 69,42 | 71,53 | 73,65 | 75,76 | 77,88 | 79,99 | 82,11 | 84,22 | 86,33 | 88,45 | 90,56 |
| Alicante | 15,87 | 24,37 | | 1994 | 2006 | | 0,71 | | 10,21 | 10,91 | 11,62 | 12,33 | 13,04 | 13,75 | 14,45 | 15,16 | 15,87 | 16,58 | 17,29 | 17,99 | 18,70 | 19,41 |
| Castellón | 26,85 | 34,72 | | 1994 | 2006 | | 0,66 | | 21,61 | 22,26 | 22,92 | 23,57 | 24,23 | 24,88 | 25,54 | 26,19 | 26,85 | 27,51 | 28,16 | 28,82 | 29,47 | 30,13 |
| Valencia | 17,95 | 26,64 | | 1994 | 2006 | | 0,72 | | 12,15 | 12,87 | 13,60 | 14,32 | 15,05 | 15,77 | 16,50 | 17,22 | 17,95 | 18,67 | 19,39 | 20,12 | 20,84 | 21,57 |
| Almería | 16,69 | 24,71 | | 1995 | 2007 | | 0,67 | | 10,67 | 11,34 | 12,01 | 12,68 | 13,35 | 14,01 | 14,68 | 15,35 | 16,02 | 16,69 | 17,36 | 18,02 | 18,69 | 19,36 |
| Cádiz | 44,82 | 49,55 | | 1996 | 2007 | | 0,43 | | 40,51 | 40,94 | 41,37 | 41,80 | 42,23 | 42,66 | 43,09 | 43,53 | 43,96 | 44,39 | 44,82 | 45,25 | 45,68 | 46,11 |
| Córdoba | 21,10 | 26,36 | | 1995 | 2006 | | 0,48 | | 16,80 | 17,27 | 17,75 | 18,23 | 18,71 | 19,19 | 19,66 | 20,14 | 20,62 | 21,10 | 21,58 | 22,05 | 22,53 | 23,01 |
| Granada | 26,10 | 31,01 | | 1995 | 2007 | | 0,41 | | 22,43 | 22,83 | 23,24 | 23,65 | 24,06 | 24,47 | 24,88 | 25,29 | 25,69 | 26,10 | 26,51 | 26,92 | 27,33 | 27,74 |
| Huelva | 24,05 | 25,78 | | 1996 | 2008 | | 0,14 | | 22,61 | 22,76 | 22,90 | 23,05 | 23,19 | 23,33 | 23,48 | 23,62 | 23,77 | 23,91 | 24,05 | 24,20 | 24,34 | 24,49 |
| Jaén | 38,73 | 42,03 | | 1995 | 2006 | | 0,30 | | 36,04 | 36,34 | 36,64 | 36,94 | 37,24 | 37,54 | 37,84 | 38,13 | 38,43 | 38,73 | 39,03 | 39,33 | 39,63 | 39,93 |
| Málaga | 33,65 | 38,32 | | 1995 | 2007 | | 0,39 | | 30,14 | 30,53 | 30,92 | 31,31 | 31,70 | 32,09 | 32,48 | 32,87 | 33,26 | 33,65 | 34,04 | 34,42 | 34,81 | 35,20 |
| Sevilla | 15,20 | 18,78 | | 1996 | 2007 | | 0,32 | | 11,95 | 12,28 | 12,60 | 12,93 | 13,25 | 13,58 | 13,90 | 14,23 | 14,55 | 14,88 | 15,20 | 15,53 | 15,85 | 16,18 |

Tabla A3.3.1.1.- Stocks de biomasa en el bosque (Gt en toneladas de materia sea por hectárea, t m.s. / ha)

| Provincia | Gt IFN2 | Gt IFN3 | Gt IFN4 | Fecha IFN2 | Fecha IFN3 | Fecha IFN4 | ΔGt por año IFN2 vs IFN3 | ΔGt por año IFN3 vs IFN4 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-------------|---------|---------|---------|------------|-------------|------------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| La Coruña | 82,77 | 105,67 | 148,46 | 1986 | 1997 | 2011 | 2,08 | 3,06 | 114,84 | 117,89 | 120,95 | 124,01 | 127,06 | 130,12 | 133,17 | 136,23 | 139,29 | 142,34 | 145,40 | 148,46 | 151,51 |
| Pontevedra | 93,92 | 105,74 | 145,82 | 1986 | 1998 | 2011 | 0,98 | 3,08 | 111,91 | 114,99 | 118,07 | 121,15 | 124,24 | 127,32 | 130,40 | 133,49 | 136,57 | 139,65 | 142,73 | 145,82 | 148,90 |
| Lugo | 73,19 | 98,90 | 126,35 | 1987 | 1998 | 2011 | 2,34 | 2,11 | 103,12 | 105,23 | 107,35 | 109,46 | 111,57 | 113,68 | 115,79 | 117,90 | 120,02 | 122,13 | 124,24 | 126,35 | 128,46 |
| Orense | 59,12 | 73,51 | 101,50 | 1987 | 1998 | 2011 | 1,31 | 2,15 | 77,82 | 79,97 | 82,12 | 84,28 | 86,43 | 88,58 | 90,74 | 92,89 | 95,04 | 97,20 | 99,35 | 101,50 | 103,65 |
| Baleares | 48,22 | 50,26 | 55,53 | 1986-87 | 1999 | 2012 | 0,17 | 0,41 | 50,67 | 51,07 | 51,48 | 51,88 | 52,29 | 52,69 | 53,10 | 53,51 | 53,91 | 54,32 | 54,72 | 55,13 | 55,53 |
| Murcia | 12,19 | 23,19 | 29,20 | 1986-87 | 1999 | 2012 | 0,92 | 0,46 | 23,65 | 24,11 | 24,58 | 25,04 | 25,50 | 25,97 | 26,43 | 26,89 | 27,35 | 27,82 | 28,28 | 28,74 | 29,20 |
| Asturias | 86,50 | 110,29 | 135,92 | 1988 | 1998 | 2012 | 2,38 | 1,83 | 113,95 | 115,78 | 117,61 | 119,44 | 121,27 | 123,10 | 124,93 | 126,77 | 128,60 | 130,43 | 132,26 | 134,09 | 135,92 |
| Cantabria | 128,51 | 129,27 | 146,58 | 1987-88 | 2000 | 2012 | 0,06 | 1,44 | 129,27 | 130,71 | 132,15 | 133,60 | 135,04 | 136,48 | 137,92 | 139,37 | 140,81 | 142,25 | 143,70 | 145,14 | 146,58 |
| Navarra | 122,78 | 124,83 | 145,52 | 1989-90 | 1999 | 2010 | 0,20 | 1,88 | 126,71 | 128,59 | 130,47 | 132,35 | 134,23 | 136,11 | 138,00 | 139,88 | 141,76 | 143,64 | 145,52 | 147,40 | 149,28 |
| La Rioja | 81,19 | 101,30 | | 1987 | 1999 | | 1,68 | | 102,98 | 104,66 | 106,33 | 108,01 | 109,69 | 111,36 | 113,04 | 114,71 | 116,39 | 118,07 | 119,74 | 121,42 | 123,10 |
| Madrid | 39,96 | 44,61 | | 1990 | 2000 | | 0,47 | | 44,61 | 45,07 | 45,54 | 46,00 | 46,47 | 46,93 | 47,40 | 47,86 | 48,33 | 48,80 | 49,26 | 49,73 | 50,19 |
| Cáceres | 17,70 | 26,34 | | 1990 | 2001 | | 0,79 | | 25,56 | 26,34 | 27,13 | 27,92 | 28,70 | 29,49 | 30,27 | 31,06 | 31,84 | 32,63 | 33,41 | 34,20 | 34,98 |
| Badajoz | 18,19 | 25,16 | | 1990-91 | 2001-02 | | 0,63 | | 24,53 | 25,16 | 25,80 | 26,43 | 27,06 | 27,70 | 28,33 | 28,97 | 29,60 | 30,23 | 30,87 | 31,50 | 32,13 |
| Barcelona | 57,76 | 73,29 | | 1990 | 2000-01 | | 1,41 | | 71,88 | 73,29 | 74,71 | 76,12 | 77,53 | 78,94 | 80,35 | 81,76 | 83,18 | 84,59 | 86,00 | 87,41 | 88,82 |
| Tarragona | 31,78 | 41,97 | | 1989 | 2000 (2001) | | 0,85 | | 41,12 | 41,97 | 42,82 | 43,67 | 44,52 | 45,37 | 46,22 | 47,07 | 47,92 | 48,76 | 49,61 | 50,46 | 51,31 |
| Gerona | 83,05 | 110,41 | | 1989 | 2001 | | 2,28 | | 108,13 | 110,41 | 112,69 | 114,97 | 117,25 | 119,53 | 121,81 | 124,09 | 126,37 | 128,65 | 130,93 | 133,21 | 135,49 |
| Lérida | 58,07 | 73,38 | | 1989-90 | 2000-2001 | | 1,39 | | 73,38 | 74,77 | 76,16 | 77,56 | 78,95 | 80,34 | 81,73 | 83,12 | 84,52 | 85,91 | 87,30 | 88,69 | 90,09 |
| Tenerife | 78,66 | 95,54 | | 1992 | 2002 | | 1,69 | | 92,16 | 93,85 | 95,54 | 97,23 | 98,91 | 100,60 | 102,29 | 103,98 | 105,66 | 107,35 | 109,04 | 110,73 | 112,42 |
| Las Palmas | 27,97 | 42,34 | | 1992 | 2002 | | 1,44 | | 39,46 | 40,90 | 42,34 | 43,77 | 45,21 | 46,64 | 48,08 | 49,52 | 50,95 | 52,39 | 53,83 | 55,26 | 56,70 |
| Salamanca | 24,78 | 31,77 | | 1992 | 2002 | | 0,70 | | 30,37 | 31,07 | 31,77 | 32,47 | 33,17 | 33,87 | 34,57 | 35,27 | 35,97 | 36,67 | 37,37 | 38,07 | 38,77 |
| Ávila | 47,24 | 52,24 | | 1991 | 2002 | | 0,45 | | 51,33 | 51,78 | 52,24 | 52,69 | 53,15 | 53,60 | 54,05 | 54,51 | 54,96 | 55,41 | 55,87 | 56,32 | 56,78 |
| Valladolid | 31,46 | 43,37 | | 1992 | 2002 | | 1,19 | | 40,99 | 42,18 | 43,37 | 44,56 | 45,75 | 46,94 | 48,13 | 49,32 | 50,51 | 51,71 | 52,90 | 54,09 | 55,28 |
| Zamora | 27,79 | 36,59 | | 1992 | 2002 | | 0,88 | | 34,83 | 35,71 | 36,59 | 37,47 | 38,35 | 39,23 | 40,11 | 40,99 | 41,87 | 42,75 | 43,63 | 44,51 | 45,39 |
| Burgos | 51,72 | 71,03 | | 1991 | 2003 | | 1,61 | | 66,20 | 67,81 | 69,42 | 71,03 | 72,64 | 74,24 | 75,85 | 77,46 | 79,07 | 80,68 | 82,29 | 83,90 | 85,50 |
| Palencia | 36,42 | 63,22 | | 1991 | 2003 | | 2,23 | | 56,52 | 58,75 | 60,99 | 63,22 | 65,45 | 67,69 | 69,92 | 72,15 | 74,38 | 76,62 | 78,85 | 81,08 | 83,32 |
| León | 48,84 | 55,16 | | 1992 | 2003 | | 0,57 | | 53,43 | 54,01 | 54,58 | 55,16 | 55,73 | 56,31 | 56,88 | 57,46 | 58,03 | 58,61 | 59,18 | 59,76 | 60,33 |
| Soria | 47,90 | 67,89 | | 1991 | 2004 | | 1,54 | | 61,74 | 63,28 | 64,82 | 66,36 | 67,89 | 69,43 | 70,97 | 72,51 | 74,05 | 75,59 | 77,12 | 78,66 | 80,20 |
| Segovia | 61,43 | 66,89 | | 1991 | 2004 | | 0,42 | | 65,21 | 65,63 | 66,05 | 66,47 | 66,89 | 67,31 | 67,73 | 68,15 | 68,57 | 68,99 | 69,41 | 69,83 | 70,25 |
| Guadalajara | 34,36 | 37,22 | | 1992 | 2003 | | 0,26 | | 36,44 | 36,70 | 36,96 | 37,22 | 37,48 | 37,74 | 38,00 | 38,25 | 38,51 | 38,77 | 39,03 | 39,29 | 39,55 |
| Cuenca | 41,58 | 43,80 | | 1992 | 2003 | | 0,20 | | 43,19 | 43,39 | 43,59 | 43,80 | 44,00 | 44,20 | 44,40 | 44,60 | 44,80 | 45,00 | 45,20 | 45,40 | 45,61 |
| Albacete | 28,51 | 28,35 | | 1993 | 2004 | | -0,01 | | 28,41 | 28,40 | 28,38 | 28,37 | 28,35 | 28,34 | 28,33 | 28,31 | 28,30 | 28,28 | 28,27 | 28,26 | 28,24 |
| Ciudad Real | 26,88 | 21,80 | | 1993 | 2004 | | -0,46 | | 23,65 | 23,18 | 22,72 | 22,26 | 21,80 | 21,33 | 20,87 | 20,41 | 19,95 | 19,48 | 19,02 | 18,56 | 18,09 |
| Toledo | 28,73 | 25,92 | | 1993 | 2004 | | -0,26 | | 26,94 | 26,69 | 26,43 | 26,17 | 25,92 | 25,66 | 25,41 | 25,15 | 24,89 | 24,64 | 24,38 | 24,13 | 23,87 |
| Huesca | 51,70 | 59,03 | | 1993 | 2004 | | 0,67 | | 56,36 | 57,03 | 57,70 | 58,36 | 59,03 | 59,70 | 60,36 | 61,03 | 61,70 | 62,36 | 63,03 | 63,70 | 64,36 |
| Teruel | 32,19 | 42,94 | | 1994 | 2004-05 | | 0,98 | | 38,06 | 39,03 | 40,01 | 40,99 | 41,97 | 42,94 | 43,92 | 44,90 | 45,87 | 46,85 | 47,83 | 48,81 | 49,78 |
| Zaragoza | 24,97 | 31,19 | | 1993 | 2004-05 | | 0,52 | | 28,60 | 29,12 | 29,64 | 30,15 | 30,67 | 31,19 | 31,71 | 32,23 | 32,74 | 33,26 | 33,78 | 34,30 | 34,82 |
| Álava | 92,44 | 113,79 | 134,43 | 1996 | 2006 | 2012 | 2,14 | 3,44 | 100,98 | 103,11 | 105,25 | 107,38 | 109,52 | 111,65 | 113,79 | 115,92 | 118,06 | 120,19 | 122,32 | 124,45 | 126,58 |
| Guipúzcoa | 101,15 | 129,26 | 134,43 | 1996 | 2006 | 2012 | 2,81 | 0,86 | 112,40 | 115,21 | 118,02 | 120,83 | 123,64 | 126,45 | 129,26 | 132,07 | 134,88 | 137,69 | 140,50 | 143,31 | 146,12 |
| Vizcaya | 84,22 | 105,37 | 134,43 | 1996 | 2006 | 2012 | 2,11 | 4,84 | 92,68 | 94,79 | 96,91 | 99,02 | 101,14 | 103,25 | 105,37 | 107,49 | 109,60 | 111,72 | 113,84 | 115,96 | 118,08 |
| Alicante | 15,87 | 24,37 | | 1994 | 2006 | | 0,71 | | 20,12 | 20,83 | 21,53 | 22,24 | 22,95 | 23,66 | 24,37 | 25,07 | 25,78 | 26,49 | 27,20 | 27,91 | 28,61 |
| Castellón | 26,85 | 34,72 | | 1994 | 2006 | | 0,66 | | 30,78 | 31,44 | 32,09 | 32,75 | 33,41 | 34,06 | 34,72 | 35,37 | 36,03 | 36,68 | 37,34 | 37,99 | 38,65 |
| Valencia | 17,95 | 26,64 | | 1994 | 2006 | | 0,72 | | 22,29 | 23,02 | 23,74 | 24,47 | 25,19 | 25,92 | 26,64 | 27,36 | 28,09 | 28,81 | 29,54 | 30,26 | 30,99 |
| Almería | 16,69 | 24,71 | | 1995 | 2007 | | 0,67 | | 20,03 | 20,70 | 21,36 | 22,03 | 22,70 | 23,37 | 24,04 | 24,71 | 25,37 | 26,04 | 26,71 | 27,38 | 28,05 |
| Cádiz | 44,82 | 49,55 | | 1996 | 2007 | | 0,43 | | 46,54 | 46,97 | 47,40 | 47,83 | 48,26 | 48,69 | 49,12 | 49,55 | 49,98 | 50,41 | 50,85 | 51,28 | 51,71 |
| Córdoba | 21,10 | 26,36 | | 1995 | 2006 | | 0,48 | | 23,49 | 23,97 | 24,45 | 24,92 | 25,40 | 25,88 | 26,36 | 26,84 | 27,31 | 27,79 | 28,27 | 28,75 | 29,23 |
| Granada | 26,10 | 31,01 | | 1995 | 2007 | | 0,41 | | 28,15 | 28,55 | 28,96 | 29,37 | 29,78 | 30,19 | 30,60 | 31,01 | 31,41 | 31,82 | 32,23 | 32,64 | 33,05 |
| Huelva | 24,05 | 25,78 | | 1996 | 2008 | | 0,14 | | 24,63 | 24,77 | 24,92 | 25,06 | 25,21 | 25,35 | 25,50 | 25,64 | 25,78 | 25,93 | 26,07 | 26,22 | 26,36 |
| Jaén | 38,73 | 42,03 | | 1995 | 2006 | | 0,30 | | 40,23 | 40,53 | 40,83 | 41,13 | 41,43 | 41,73 | 42,03 | 42,33 | 42,63 | 42,93 | 43,23 | 43,53 | 43,83 |
| Málaga | 33,65 | 38,32 | | 1995 | 2007 | | 0,39 | | 35,59 | 35,98 | 36,37 | 36,76 | 37,15 | 37,54 | 37,93 | 38,32 | 38,71 | 39,10 | 39,49 | 39,88 | 40,27 |
| Sevilla | 15,20 | 18,78 | | 1996 | 2007 | | 0,32 | | 16,50 | 16,83 | 17,15 | 17,48 | 17,80 | 18,13 | 18,45 | 18,78 | 19,10 | 19,43 | 19,75 | 20,08 | 20,40 |

A3.3.2.- Metodología de estimación del incremento de biomasa provincial en las forestaciones y reforestaciones

El cálculo del incremento anual de biomasa en la biomasa viva en tierras forestales en transición se ha realizado utilizando un procedimiento basado en la información existente en los Inventarios Forestales Nacionales (IFN1, IFN2 e IFN3), en el Mapa Forestal de España a escala 1:50.000 (MFE50), cartografía base del IFN3, y en los Anuarios de Estadísticas Forestales desde 2006 hasta 2011 (AEF).

Los resultados obtenidos serán de aplicación tanto para forestaciones y reforestaciones tanto con subvención PAC como sin ella.

Se ha considerado que un bosque pasa a ser maduro cuando alcanza el estado de fustal⁷ (alcanza el diámetro 20 cm).

Para cada especie, la edad a la que se alcanza el diámetro 20 cm (E₂₀) y el volumen que tendrá la masa a esa edad (V₂₀) se ha estimado a partir de los datos del IFN⁸, IFN2 e IFN3.

El crecimiento se considera lineal, por lo que para el cálculo del incremento de volumen anual se divide el volumen V₂₀ entre la edad E₂₀:

$$IV_{anual} (m^3/ha.año) = \frac{V_{20}}{E_{20}}$$

donde,

IV_{anual} = incremento anual de volumen ($m^3 ha^{-1} año^{-1}$)

V_{20} = volumen maderable correspondiente a un diámetro de 20 cm ($m^3 ha^{-1}$)

E_{20} = edad necesaria para alcanzar un diámetro de 20 cm (años)

A partir de este IV_{anual} se calcula el incremento anual de biomasa viva por especie: $Gt_{especie}$ (tms/ha año) utilizando un procedimiento basado en la GPG-LULUCF 2003.

⁷ Según el Diccionario Forestal (Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2005): Fustal (Selv.) es una de las clases naturales de edad del arbolado, que se inicia cuando el diámetro supera los 20 cm. y se mantiene hasta el final de la vida de la masa o del pie.

⁸ Tablas nacionales del IFN1 para las especies que están disponibles en las publicaciones "Las Coníferas en el primer Inventario Forestal Nacional" y "Las Frondosas en el primer Inventario Forestal Nacional". Para el resto de especies se asimilan a otras conocidas similares, a una media del grupo correspondiente y para casos concretos se estiman con datos del IFN2 y IFN3.

Este incremento anual de biomasa obtenido se aplicará a los primeros veinte años de vida de la repoblación, que se considera el tiempo necesario para que un bosque en transición pase a bosque que permanece como bosque. A partir de 20 años se usará el incremento anual utilizado en el bosque que permanece como bosque.

Para la estimación de la composición de especies para las repoblaciones realizadas en cada provincia se parte de los datos disponibles en los AEF y del MFE50. Para las masas puras se estiman a partir de los datos de AEF y para las mixtas a partir del MFE50. Se obtiene la composición y proporción de especies para cada uno de los cinco grupos analizados (repoblaciones puras de conífera, repoblaciones puras de frondosa y repoblaciones de mezcla de coníferas, mezcla de frondosas o mixta de coníferas-frondosas)

Teniendo en cuenta esta ponderación se obtiene el dato del Gt provincial para los cinco grupos de especies mencionados: Gt_{grupo} (tms ha⁻¹año⁻¹)

Aplicando este Gt_{grupo} a la superficie ocupada por cada uno de los grupos citados se obtiene: Gt_{grupo} (tms año⁻¹)

Por último, se agrupan los cinco grupos en los tres tipos de bosque (bosque de coníferas, bosque de frondosas, bosques mixtos), obteniendo los $Gt_{\text{tipodebosque}}$ (tms año⁻¹). Teniendo en cuenta la superficie ocupada por tipo de bosque se obtiene: $Gt_{\text{tipodebosque}}$ (tms ha⁻¹año⁻¹)

$$Gt_{\text{tipo de bosque}} (\text{tms} / \text{ha} \cdot \text{año}) = \frac{Gt_{\text{tipo de bosque}} (\text{tms} / \text{año})}{Superficie_{\text{tipo de bosque}} (\text{ha})}$$

Para el cálculo del Gt provincial se pondera el Gt (por ha y año) de cada tipo por la superficie ocupada.

$$Gt_{\text{provincial}} \left(\frac{\text{tms}}{\text{ha} \cdot \text{año}} \right) = \frac{Gt_{\text{Coníferas}} \times Sup_{\text{Coníferas}} + Gt_{\text{Frondosas}} \times Sup_{\text{Frondosas}} + Gt_{\text{Mixtas}} \times Sup_{\text{Mixtas}}}{(Sup_{\text{Coníferas}} + Sup_{\text{Frondosas}} + Sup_{\text{Mixtas}})}$$

Tras el análisis de resultados se observó que el dato obtenido en las mezclas para Murcia es muy elevado. Aplicando un criterio conservador se usa el dato nacional para masa mixtas (2,26) en lugar del 4,71 que se obtiene, con lo que el Gt provincial muy similar a Almería y Alicante.

Tabla A.3.3.2.1 - Incremento anual provincial de biomasa para la biomasa viva en el bosque en transición Gt (t ms/ha año)

| Provincia (código) | Provincia | Gt provincial medio |
|--------------------|-------------|---------------------|
| 1 | Álava | 1,47 |
| 2 | Albacete | 1,65 |
| 3 | Alicante | 2,34 |
| 4 | Almería | 2,09 |
| 5 | Ávila | 1,95 |
| 6 | Badajoz | 1,87 |
| 8 | Barcelona | 2,64 |
| 9 | Burgos | 2,15 |
| 10 | Cáceres | 1,95 |
| 11 | Cádiz | 1,55 |
| 12 | Castellón | 1,83 |
| 13 | Ciudad Real | 1,96 |
| 14 | Córdoba | 1,98 |
| 15 | A Coruña | 3,11 |
| 16 | Cuenca | 2,78 |
| 17 | Girona | 3,74 |
| 18 | Granada | 1,16 |
| 19 | Guadalajara | 2,66 |
| 20 | Guipúzcoa | 2,81 |
| 21 | Huelva | 1,82 |
| 22 | Huesca | 1,92 |
| 23 | Jaén | 1,98 |
| 24 | León | 2,79 |
| 25 | Lleida | 1,68 |
| 26 | La Rioja | 3,09 |
| 27 | Lugo | 3,53 |
| 28 | Madrid | 2,01 |
| 29 | Málaga | 1,72 |
| 30 | Murcia | 2,25 |
| 31 | Navarra | 1,86 |
| 32 | Ourense | 3,01 |
| 33 | Asturias | 5,68 |
| 34 | Palencia | 2,64 |
| 35 | Las Palmas | 1,90 |
| 36 | Pontevedra | 2,58 |
| 37 | Salamanca | 2,05 |
| 38 | Tenerife | 1,83 |
| 39 | Cantabria | 6,42 |
| 40 | Segovia | 2,45 |
| 41 | Sevilla | 1,49 |
| 42 | Soria | 2,21 |
| 43 | Tarragona | 1,64 |
| 44 | Teruel | 1,94 |
| 45 | Toledo | 2,96 |
| 46 | Valencia | 1,52 |
| 47 | Valladolid | 2,89 |
| 48 | Vizcaya | 5,89 |
| 49 | Zamora | 2,81 |
| 50 | Zaragoza | 1,86 |
| ESPAÑA | | 2,75 |

Nota: El valor de Gt provincial medio considerado para la provincia 7 Baleares, que no se incluye en la tabla anterior, es igual al Gt medio nacional, es decir, 2,75 tms/ha año.

A3.3.3.- Metodología de estimación de las emisiones en los incendios forestales

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.

Cabe aclarar que únicamente se informa de 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.

Los datos de variables de actividad que se utilizan son específicos de España, cumpliendo los requerimientos exigidos en el enfoque metodológico de Nivel 2 (Tier 2). 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 A3.3.3.1. (Ecuación 3.2.19 de la publicación GPG-LULUCF 2003 de IPCC).

Ecuación A3.3.3.1.- 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 A3.3.3.2 siguiente, y que están tomados del cuadro 3A.1.15 de la 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 A3.3.3.2.- 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.

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 y con una FCC≥20%.

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 A3.3.3.3), 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 A3.3.3.3) 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 A3.3.3.3.- 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)

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).

Para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de los incendios forestales debe determinarse previamente la masa de carbono anterior al incendio y que va a ser afectada por el mismo dando origen a tales emisiones.

Este cálculo sigue la metodología de Rodríguez Murillo (1994)⁹, aplicando las siguientes ecuaciones y parámetros:

$$\text{Carbono antes del incendio} = M + PL + B + U$$

donde,

M Fracción comercial es $(M_c \cdot d_c + M_f \cdot d_f) + (S_c \cdot i_c \cdot d_c + S_f \cdot i_f \cdot d_f)$

B Resto de biomasa aérea es $B = 0,9636 M$

PL Hojarasca/desechos es $0,2455 M$

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*): $T = 2,7 M$

⁹ Rodríguez Murillo (1994). The carbon budget of the Spanish Forests. Biogeochemistry 25: págs. 197-217.

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 otro lado, para la estimación del carbono correspondiente a la fracción comercial (M) antes del incendio es:

| | |
|-----------|---|
| <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, es $43 \text{ m}^3/\text{ha}$ |
| <i>if</i> | Índice biomasa frondosas, es $73 \text{ m}^3/\text{ha}$ |
| <i>dc</i> | Densidad de Carbono en coníferas, es $0,227 \text{ g/cm}^3$ |
| <i>df</i> | Densidad de Carbono en frondosas, es $0,316 \text{ g/cm}^3$ |

En la tabla A3.3.3.4 se muestra la biomasa quemada debido a incendios forestales, diferenciando entre FLpermanece como FLtransición.

Tabla A3.3.3.4.- Biomasa quemada debido a incendios forestales (kg de materia seca)

| Año | FL permanece | FL transición |
|------|---------------|---------------|
| 1990 | 1.026.895.551 | 1.982.191 |
| 1991 | 1.591.293.562 | 7.002.732 |
| 1992 | 558.002.047 | 3.712.078 |
| 1993 | 455.367.135 | 4.173.211 |
| 1994 | 3.041.964.343 | 43.723.663 |
| 1995 | 838.195.841 | 18.371.775 |
| 1996 | 242.495.704 | 7.368.438 |
| 1997 | 724.748.213 | 27.682.713 |
| 1998 | 703.769.708 | 32.854.791 |
| 1999 | 436.455.562 | 22.497.253 |
| 2000 | 892.491.073 | 50.782.008 |
| 2001 | 365.111.927 | 22.054.440 |
| 2002 | 573.584.352 | 36.324.015 |
| 2003 | 789.128.909 | 52.391.401 |
| 2004 | 631.865.059 | 44.951.829 |
| 2005 | 1.307.793.406 | 99.047.540 |
| 2006 | 2.820.435.840 | 221.534.599 |
| 2007 | 191.240.236 | 15.477.960 |
| 2008 | 119.598.264 | 9.879.165 |
| 2009 | 342.119.956 | 28.635.208 |
| 2010 | 334.555.809 | 27.646.959 |
| 2011 | 408.856.426 | 33.184.850 |
| 2012 | 724.160.294 | 57.399.261 |

Finalmente, se multiplica el valor por 44/12 y por 10^{-3} para convertir toneladas de C en Gg de CO_2 , emisiones que como se ha comentado anteriormente únicamente se informan en Bosque en transición.

A3.3.4.- Metodología de estimación de las emisiones debidas a quemas controladas

En este apartado se recoge la metodología de estimación de las emisiones debidas a las quemas controladas en el bosque que permanece (modelos de combustible 2, y del 4 al 13) y en pastizales herbáceos (modelos de combustible 1 y 3) basadas en los partes de actuación de los Equipos de Prevención de Riesgos de Incendios Forestales (EPRIF).

Información de base:

- 1) Partes de actuaciones de los EPRIF. Aportan información sobre el tipo de vegetación afectada por las quemas controladas y los modelos de combustible asociados. A continuación se muestra el cuadro de asignaciones empleado en los partes de los EPRIF:

| MODELO DE COMBUSTIBLE EPRIF | | |
|-----------------------------|-----------|---|
| ID MODELO COMBUSTIBLE | GRUPO | DESCRIPCIÓN |
| 1 | PASTOS | Pastizal bajo |
| 2 | PASTOS | Arbolado abierto con pastiz. y matorral disp. |
| 3 | PASTOS | Pastizal alto |
| 4 | MATORRAL | Matorral alto y continuo (2m) |
| 5 | MATORRAL | Matorral verde (0,60m) |
| 6 | MATORRAL | Matorral más inflamable |
| 7 | MATORRAL | Arbolado con sotobosque |
| 8 | HOJARASCA | Hojarasca compacta bosque cerrado |
| 9 | HOJARASCA | Hojarasca no compacta |
| 10 | HOJARASCA | Arbolado (combust muerto y regeneración) |
| 11 | RESTOS | Restos ligeros |
| 12 | RESTOS | Restos medios |
| 13 | RESTOS | Restos pesados |

- 2) Carga de combustible en toneladas de materia seca por hectárea asociada a los modelos de combustible. Para el caso de las particularidades de España la más ampliamente utilizada es la elaborada en el Centro de Investigación Forestal de Lourizán:

| ID Modelo de combustible | Carga de combustible (Tms/ha) |
|--------------------------|-------------------------------|
| 1 | 1,6 |
| 2 | 8,9 |
| 3 | 6,7 |
| 4 | 35,9 |
| 5 | 7,8 |
| 6 | 13,5 |
| 7 | 10,9 |
| 8 | 11,2 |
| 9 | 7,7 |
| 10 | 26,9 |
| 11 | 25,8 |
| 12 | 77,4 |
| 13 | 130,1 |

De este modo la base de datos EPRIF nos dará la superficie quemada para los distintos modelos de combustible con lo que podemos transformar los valores unitarios de la carga de combustible en totales de combustible en Tm.

En la base de datos EPRIF se incluye información sobre el grado de combustión de la biomasa quemada por lo tanto se podrá descontar el tanto por ciento que no se quema.

El último paso es transformar las Tm en TC o TCO₂-eq. El factor de conversión es el aportado por defecto en la GPG-2003 (CF=0,5).

Por otro lado, para la estimación de emisiones de otros gases distintos de CO₂, partimos de las toneladas de C obtenidas anteriormente y se plantea el cálculo de emisiones de CH₄, CO, N₂O y NO_x. Para ello se utiliza la ecuación 3.2.9 de la GPG-2003. Las relaciones de emisión que intervienen las obtenemos del Cuadro 3.A.1.15 de la GPG-2003. En cuanto a la relación C/N se emplea la propuesta en la GPG-2003 (pág.3.52). De esta forma los parámetros que intervienen en los cálculos realizados son los siguientes:

| Compuesto | Coefficientes de emisión | Intervalo Inferior | Intervalo Superior | Fuente |
|------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| CH ₄ | 0,012 | 0,009 | 0,015 | Delmas, 1993 |
| CO | 0,06 | 0,04 | 0,08 | Lacaux et al., 1993 |
| N ₂ O | 0,007 | 0,005 | 0,009 | Crutzen & Andreae, 1990 |
| NO _x | 0,121 | 0,094 | 0,148 | Crutzen & Andreae, 1990 |

| Cociente N/C | Fuente |
|--------------|-------------------------|
| 0,01 | Crutzen & Andreae, 1990 |

En la tabla A3.3.4.1. siguiente se muestran las emisiones debidas a quemas contralas realizadas sobre bosque que permanece, utilizando los correspondientes modelos de combustible (2, y del 4 al 13).

Tabla A3.3.4.1.- Emisiones en FL_{permanece} debidas a quemas controladas (Cifras en kt para CO₂ y en toneladas para los otros gases)

| | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CO ₂ | NE | NE | NE | 23 | 31 | 33 | 28 | 53 | 46 |
| CH ₄ | NE | NE | NE | 98 | 135 | 145 | 120 | 232 | 203 |
| CO | NE | NE | NE | 860 | 1.177 | 1.272 | 1.051 | 2.031 | 1.774 |
| N ₂ O | NE | NE | NE | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| NO _x | NE | NE | NE | 24 | 33 | 36 | 30 | 58 | 50 |

NE: no estimado.

En la tabla A3.3.4.2 siguiente se muestran las emisiones debidas a las quemas controladas en pastizales herbáceos. Para la estimación de estas emisiones se han utilizado los modelos de combustible 1 y 3.

Tabla A3.3.4.2- Emisiones en GL_{g-permanece} debidas a quemas controladas (Cifras en kt para CO₂ y en toneladas para los otros gases)

| | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CO₂ | NE | NE | NE | 22,5 | 30,8 | 33,3 | 27,5 | 53,2 | 46,5 |
| CH₄ | NE | NE | NE | 0,0 | 2,2 | 0,7 | 0,9 | 2,9 | 4,4 |
| CO | NE | NE | NE | 0,0 | 19,4 | 6,2 | 8,1 | 25,5 | 38,2 |
| N₂O | NE | NE | NE | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| NO_x | NE | NE | NE | 0,0 | 0,6 | 0,2 | 0,2 | 0,7 | 1,1 |

A3.3.5.- Metodología de estimación de las emisiones/absorciones debidas a las transiciones entre cultivos

Como se indicado en el epígrafe 7.3 del capítulo 7, siguiendo el método por defecto de GPG LULUCF 2003 de IPCC, en $CL_{\text{permanece}}$ 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. 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 en cultivos herbáceos. Por lo tanto, únicamente se estiman emisiones/absorciones para las transiciones que impliquen a un cultivo leñoso, léase: herbáceo-leñoso, leñoso-herbáceo, leñoso-leñoso.

Para estas tres transiciones, que excluyen la de herbáceo-herbáceo, se estima la variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras de cultivo que siguen siendo tierras de cultivo, $\Delta C_{\text{CLCL-BV}}$. Para ello, se calculan las tasas anuales de crecimiento y pérdida de biomasa siguiendo la ecuación 3.2.2. de la sección “Tierras forestales” de GPG-LULUCF 2003 de IPCC:

$$\Delta C_{\text{CLCL-BV}} = \Delta C_{\text{CLCL-C}} + \Delta C_{\text{CLCL-P}}$$

donde,

$\Delta C_{\text{CLCL-BV}}$ = 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}).

$\Delta C_{\text{CLCL-C}}$ = aumento anual de las reservas de carbono debido al crecimiento de la biomasa (t C x año^{-1}).

$\Delta C_{\text{CLCL-P}}$ = variación anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa (t C x año^{-1}).

Las tasas de acumulación y pérdida de biomasa se han calculado 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 calcular tasas de ganancia y pérdida de biomasa 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 A.3.3.5.1 siguiente.

Tabla A.3.3.5.1.- 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 |

Fuente: punto focal de la SG de Frutas y Hortalizas, Aceite de Oliva y Vitivinicultura.

(1): Se asume que corresponde a masa seca.

En la información sobre la variable de actividad, transiciones entre cultivos que implican aparición o retirada de cultivos leñosos, se han diferenciado dos periodos indicados, 1990-2003 y 2004-2012, debido a 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 total¹⁰ (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 (herbáceo

¹⁰ 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.

o leñoso) entre años consecutivos¹¹. En la tabla A3.3.5.2 se presenta la superficie total por tipo de cultivo leñoso para este periodo 1990-2003.

Para el periodo 2004-2012, la fuente de información disponible, Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España (ESYRCE)¹², 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). La información sobre superficies para el periodo 2004-2012 se presenta en la tabla A3.3.5.3.

Tabla A3.3.5.2.- 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 A3.3.5.3, las categorías de cítricos, no cítricos y otros leñosos se corresponden con la categoría de “otros cultivos leñosos” de la tabla A3.3.5.2 .

¹¹ 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.

¹² ESYRCE es facilitada por la Subdirección General de Estadísticas del MAGRAMA.

Tabla A3.3.5.3.- Transiciones de cultivos con origen o destino leñoso (periodo 2004-2012)

| Transición | Superficie año (ha) | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Cítricos a Herbáceos | 5.208 | 7.258 | 2.876 | 1.749 | 5.001 | 4.918 | 4.918 | 4.918 | 4.918 |
| Cítricos a Viñedo | 130 | 878 | 465 | 1 | 26 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Herbáceos a Cítricos | 6.725 | 9.487 | 11.852 | 8.041 | 2.683 | 2.041 | 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 | 20.191 |
| Herbáceos a Olivar | 84.538 | 17.351 | 24.732 | 38.961 | 37.251 | 30.298 | 30.298 | 30.298 | 30.298 |
| Herbáceos a Otros Leñosos | 2.588 | 472 | 710 | 711 | 158 | 621 | 621 | 621 | 621 |
| Herbáceos a Viñedo | 33.767 | 29.507 | 23.181 | 17.238 | 21.581 | 22.905 | 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 | 16.006 |
| No Cítricos a Viñedo | 2.431 | 2.372 | 1.990 | 1.005 | 833 | 1.189 | 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 | 12.066 |
| Olivar a Viñedo | 1.894 | 1.996 | 1.036 | 1.228 | 2.719 | 2.456 | 2.456 | 2.456 | 2.456 |
| Otros Leñosos a Herbáceos | 1.467 | 694 | 1.063 | 91 | 96 | 251 | 251 | 251 | 251 |
| Otros Leñosos a Viñedo | 9 | 7 | 0 | 0 | 0 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| Viñedo a Cítricos | 20 | 101 | 54 | 65 | 11 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Viñedo a Herbáceos | 32.924 | 27.893 | 25.179 | 15.882 | 24.517 | 65.598 | 65.598 | 65.598 | 65.598 |
| Viñedo a No Cítricos | 2.711 | 1.212 | 1.370 | 724 | 934 | 1.934 | 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 | 5.357 |
| Viñedo a Otros Leñosos | 9 | 7 | 0 | 0 | 0 | 72 | 72 | 72 | 72 |
| TOTAL | 218.634 | 144.249 | 131.726 | 119.872 | 144.844 | 185.973 | 185.973 | 185.973 | 185.973 |

Fuente: ESYRCE

Las emisiones/absorciones debidas a las transiciones entre cultivos se presentan en el capítulo 7 del presente informe, epígrafe 7.3.4.1.

A3.3.6.- Metodología de estimación de las emisiones/absorciones debidas a las prácticas de conservación de los suelos en cultivos leñosos

Para estimar las variaciones de las reservas de carbono en los suelos (COS) se utiliza un nivel metodológico Tier 2, puesto que se dispone de información sobre el COS de los suelos agrícolas.

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 A.3.3.6.1 se muestra el valor así calculado de COS por Comunidades Autónomas.

Tabla A.3.3.6.1.- 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} , 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.

La información de partidas sobre prácticas agrícolas, que proviene en de ESYRCE, se definen de la siguiente manera:

- 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.

En la tabla A3.3.6.2 se muestran las ternas de factores para los distintos tipos de prácticas agrícolas sobre el suelo, arriba descritos, y en la tabla A3.3.6.3, como ilustración, los valores concretos de dichas ternas de factores para la región climática templada seca.

Tabla A3.3.6.2.- Factores de variación de reserva de COS para prácticas de gestión en cultivos leñosos

| | 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 A3.3.6.3.- 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 |

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.

$$\Delta C_{\text{CLCL MINERALES}} = [\sum_C \sum_S \sum_i (\text{COS}_0 * S)_{\text{csi}} - \sum_C \sum_S \sum_i (\text{COS}_{(0-t)} * S)_{\text{csi}}] / T$$

$$\text{COS} = \text{COS}_{\text{REF}} * F_{\text{UT}} * F_{\text{RG}} * F_{\text{E}}$$

donde,

$\Delta C_{\text{CLCL MINERALES}}$ = 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)

$\text{COS}_{(0-T)}$ = 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 A3.3.6.1, A3.3.6.2, A3.3.6.3 respectivamente). La obtención de las zonas climáticas y de sus áreas, véase figura A3.3.6.4, 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 A3.3.6.4.

Figura A3.3.6.1.- Mapa de la temperatura media anual (TMA) de la serie de 30 años (Fuente; SIA)

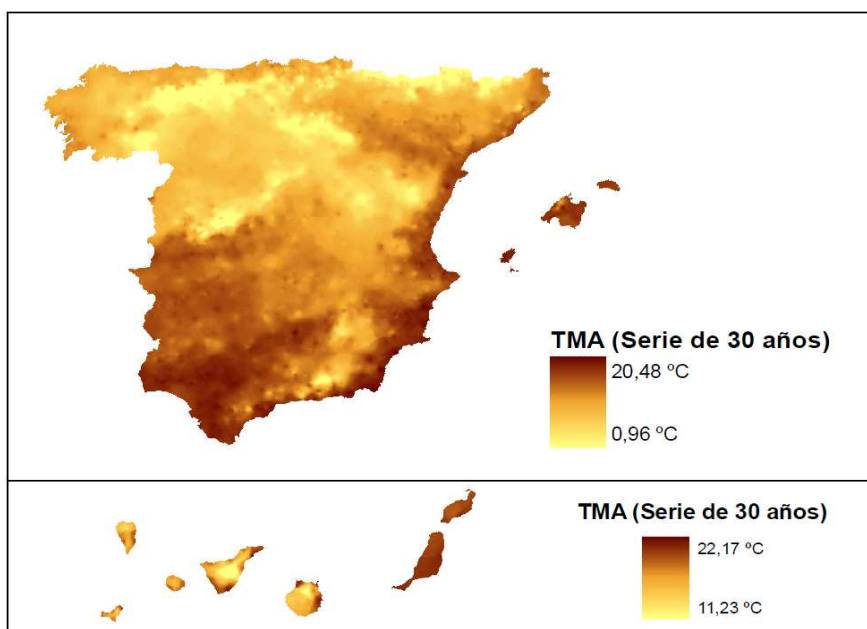


Figura A3.3.6.2.- Mapa de la precipitación media anual (PMA) de la serie de 30 años (Fuente; SIA)

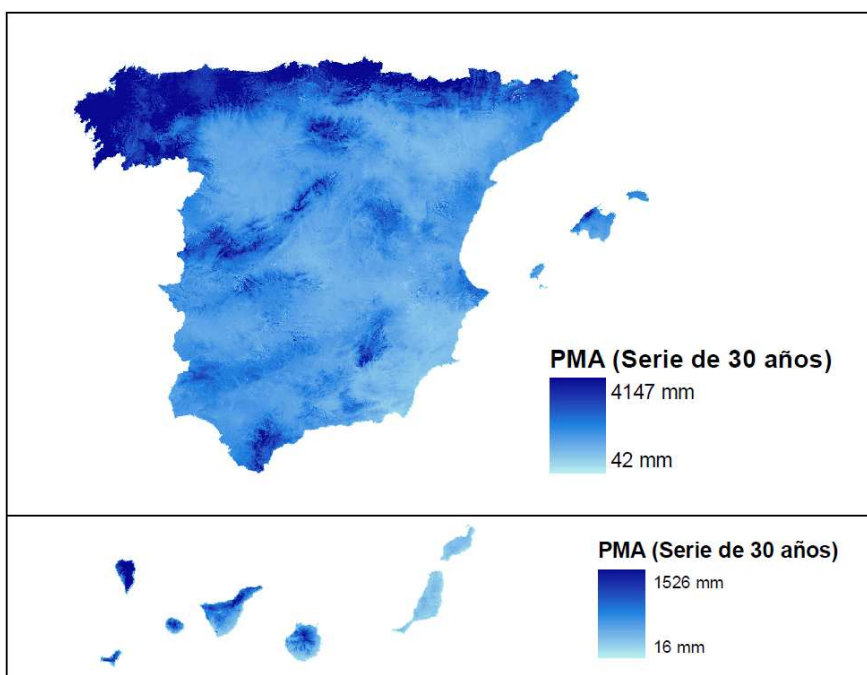


Figura A3.3.6.3.- Mapa de la evapotranspiración potencial media anual (ETP) de la serie de 30 años (Fuente; SIA)

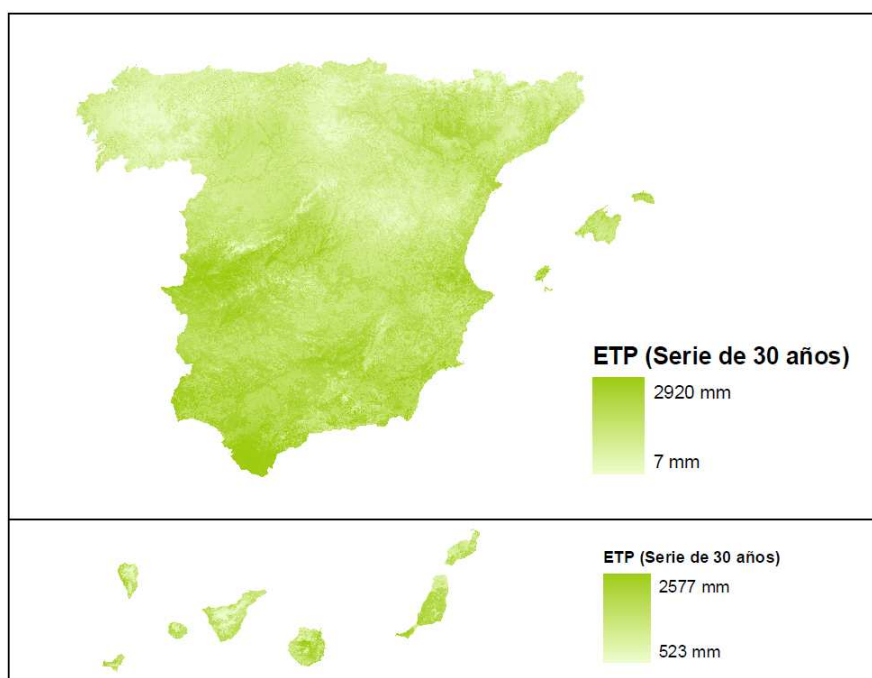


Figura A3.3.6.4.- Mapa de regiones climáticas por CCAA (Fuente; SIA)

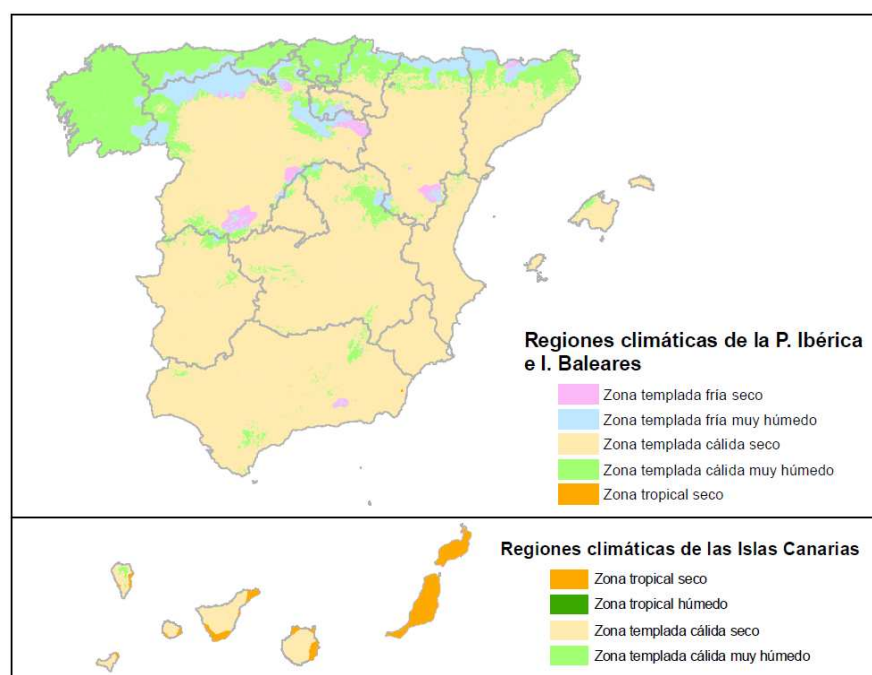


Tabla A3.3.6.4.- Composición por clases climáticas de las superficies de las CCAA
(Cifras en hectáreas)

| 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).

La variable de actividad así como los os resultados de cambios de stocks de carbono en cultivos que permanecen debidos a las prácticas mencionadas se presentan en el epígrafe 7.3.4.1.3 del capítulo 7 del presente informe.

A3.3.7.- Argumentación sobre la incidencia de los incendios en cultivos leñosos

Este apartado recoge la argumentación aportada por el experto sectorial (Cesáreo Goicoechea) sobre la mínima incidencia que se puede esperar de los incendios incontrolados en los cultivos leñosos.

Argumentación

La separación entre plantas varía mucho, pues nos podemos encontrar pies de olivos separados casi 15 metros unos de otros, ya que hay plantaciones tradicionales con 50 árboles, o menos, por hectárea. Paralelamente nos podemos encontrar con modernas plantaciones de olivo en seto, en regadío, con 2.000 ó más plantas por hectárea. Esta disposición supone que las plantas pueden estar a menos de un metro unas de otras, pero, sin embargo, hay una separación entre líneas de cuatro metros o más.

Respecto a los frutales la situación es muy similar a la anterior, pues tenemos que contemplar las plantaciones regulares de almendro en secano repartidas por gran parte de la península junto con las plantaciones de frutales de pepita, o de hueso, en regadío plantadas también en setos.

El viñedo tiene como característica diferencial del resto de los cultivos leñosos el porte mucho menos elevado que en el resto de las especies leñosas, lo que disminuye claramente el riesgo de incendios. En el caso del viñedo la separación entre plantas tiene también una gran variabilidad, ya que nos encontramos con superficies con 900 plantas, o menos, por hectárea con otras superficies que sobrepasan las 4.000.

Hay que considerar que en las plantaciones, sea de la especie que sea, en setos, la distancia existente entre las líneas dificulta la transmisión del fuego con lo cual disminuye grandemente el riesgo de impacto de los incendios.

A la propia separación entre plantas hay que unirle el hecho de que la transmisión del fuego por el suelo queda dificultada al limitarse la vegetación por las labores propias del cultivo, ya que, salvo en los casos de "no cultivo", se tiende a eliminar la vegetación existente para evitar la competencia por el agua y por otros nutrientes empleados en los cultivos leñosos.

Los datos proporcionados por la Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA), relativos a la incidencia de siniestros por incendios en diferentes tipos de cultivo, muestran cifras muy dispares entre unas especies y otras, como se aprecia en el cuadro siguiente:

Incidencia incendios cultivos leñosos

| | Superficie incendiada (ha) | Superficie Asegurada (ha) | % Superficie incendiada sobre superficie asegurada |
|---------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|
| SUP.FORESTAL | 2.618,58 | 25.784 | 10,16 |
| CULT:HERBA | 7.509,30 | 4.027.042 | 0,19 |
| FORRAJES | 639,00 | 27.351 | 2,34 |
| CÍTRICOS | 28,21 | 94.821 | 0,03 |
| VINEDO | 30,02 | 85.506 | 0,04 |
| OLIVAR | 92,56 | 113.046 | 0,08 |
| TOT.LEÑOSOS | 150,79 | 293.373 | 0,05 |

Del cuadro anterior se deduce que la incidencia de incendios en los cultivos leñosos es, de media, casi doscientas veces menor que la ocurrida en la superficie forestal.

Lógicamente la incidencia varía en función de la especie, de la separación existente entre plantas, y, en general, del sistema de cultivo que se efectúe. Así mientras que en el olivar la incidencia de incendios es ciento veinticuatro veces menor que en la superficie forestal, esa incidencia llega a ser trescientas cuarenta veces menor en el caso de los cítricos.

En cualquier caso podemos calificar a los cultivos leñosos como cortafuegos por la escasísima incidencia de los incendios en este tipo de cultivos.

A3.3.8.- Estimación de los valores de COS por uso y provincia

En este apartado se recoge la metodología seguida para la obtención de los valores de COS por uso y provincia a 30 cm.

a) Resumen metodológico

La información sobre suelos procede de la base de datos de perfiles recopilada, revisada y actualizada en el marco del Convenio de colaboración entre la Oficina Española del Cambio Climático y la Universidad de Barcelona (Rovira et al, 2004), que ha sido ampliada posteriormente (Rovira et al, 2007¹³ y BALANGEIS 2007-2010¹⁴). Las fuentes de la información para constituir esta base de datos han sido múltiples (artículos publicados en revistas nacionales, tesis doctorales, informes de proyectos y datos propios), lo cual ha permitido contar con una muestra inicial de más de 2.000 perfiles de suelo en España.

Por su parte, para la estimación del contenido de carbono en el suelo se aplica la siguiente ecuación, en línea con la metodología presentada en Rovira et. al (2007)¹⁵:

$$C_t = 100C * D_a * Grosor * \frac{100 - V}{100}$$

donde,

- C_t: carbono de un horizonte, en g m-2
- C: concentración de carbono en la tierra fina (en %),
- D_a: densidad aparente (g cm-3),
- Grosor: grosor del horizonte en cm,
- V: % del volumen del horizonte ocupado por piedras y gravas.

¹³ Rovira P., Romanyà J., Alloza J.A., Vallejo R. (2004). *Evaluación del contenido y la capacidad de acumulación de carbono en los suelos del área mediterránea*. Convenio de colaboración entre la Oficina Española del Cambio Climático (Dirección General de Calidad Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente), Universidad de Barcelona

¹⁴ BALANGEIS (2007 – 2010). *Balance de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas y agropecuarios seleccionados* (Ministerio de Educación y Ciencia / INIA). Subproyecto: *Capacidad de fijación de carbono de los suelos españoles: respuesta a los cambios de uso del suelo, a las prácticas de manejo y a las perturbaciones*. Inv. Principal del subproyecto: Joan Romanyà Ref N°: SUM2006-00030-C02-02. Inv. Principal del proyecto coordinado: M^a José Sanz Ref N° SUM2006-00030-C02-00.

¹⁵ Rovira, P., Romanyà, J., Rubio, A, Roca, N, Alloza, J.A., Vallejo V. (2007). *Capítulo 6: Estimación del carbono orgánico en los suelos peninsulares españoles. "El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático"* Coord. Felipe Bravo. Edita: Fundación Gas Natural, 1^a Edición, 2007. ISBN: 978-84-611-6599-5. Depósito Legal: B-22410-2007.

Se ha estimado el contenido de carbono en los primeros 30cm de un total de 748 perfiles, debido a las lagunas de información existentes en el resto de los registros de la base de datos.

A continuación, se ha incorporado la información sobre uso del suelo y región climática a cada uno de los perfiles de los que se ha calculado COS. Por un lado, la asignación a uso del suelo se realiza mediante la correspondencia incluida en la tabla A3.3.8.1 entre la información sobre tipo de vegetación contenida en cada uno de los registros de la base de datos de perfiles del suelo y las categorías UNFCCC:

Tabla A3.3.8.1.-Asignación perfiles a usos UNFCCC

| Tipo de vegetación (BD perfiles de suelo) | Uso del suelo UNFCCC |
|--|----------------------|
| Bosque | FL |
| Garriga o similar | GL |
| Matorral o Landas (arbustivas) | GL |
| Prado | GL |
| Cultivo | CL |
| Playas y dunas | OL |
| Marismas y humedales | WL |
| Suelo desnudo | OL |

Por otro lado, la información sobre región climática en la que se localiza cada perfil se asigna a partir de las coordenadas del perfil (incluidas en la base de datos), mediante la superposición del mapa Mapa de Subregiones Fitoclimáticas de España Peninsular y Balear (Allué, 1990)¹⁶, previa agrupación de tipos, tal y como se expone en la siguiente tabla A3.3.8.2:

¹⁶ Allué Andrade J.L. (1990). *Atlas fitoclimático de España: Taxonomías*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Disponible en línea: http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mapa_subregiones_fitoclim_descargas.aspx

Tabla A3.3.8.2.-Correspondencia de código Allue y Orden con Región Climática

| Clasificación en el mapa original de Subregiones Fitoclimáticas | | Región Climática |
|---|--------------------------|------------------|
| Clasificación "Allué" | Clasificación de "Orden" | |
| III(IV) | 1 | Árido |
| IV(III) | 2 | Mediterráneo |
| IV(VI)1 | 7 | Mediterráneo |
| IV(VI)2 | 8 | Mediterráneo |
| IV(VII) | 3 | Mediterráneo |
| IV1 | 3 | Mediterráneo |
| IV2 | 4 | Mediterráneo |
| IV3 | 5 | Mediterráneo |
| IV4 | 6 | Mediterráneo |
| VI | 15 | Atlántico |
| VI | 17 | Atlántico |
| VI(IV)1 | 9 | Continental |
| VI(IV)2 | 10 | Continental |
| VI(IV)3 | 11 | Continental |
| VI(IV)4 | 12 | Continental |
| VI(V) | 14 | Atlántico |
| VI(VII) | 13 | Continental |
| VIII(VI) | 16 | Montano |
| X(IX)1 | 18 | Culminal |
| X(IX)2 | 18 | Culminal |
| X(VIII) | 17 | Montano |

b) Resultados: valores de COS por uso del suelo y clima

Analizando la relación entre los valores de COS de los perfiles y la información asociada sobre uso del suelo y región climática, se ha observado que la muestra de perfiles en clima culminal es muy reducida y, por ello, se han agrupado los perfiles de esta región climática con los de clima montano, en una única categoría montano-culminal.

Por tanto, se han estimado valores de referencia de COS diferenciando las cinco categorías de uso UNFCCC (CL, FL, GL, OL y WL) y cuatro regiones climáticas (atlántico, continental, mediterráneo y montano-culminal). Los resultados se muestran en la tabla A3.3.8.3 siguiente:

Tabla A3.3.8.3.-Valores de COS según uso de suelo UNFCCC y región climática (t C/ha)

| | Atlántico | Continental | Mediterráneo | Montano&Culminal |
|-----------|--------------|--------------|--------------|------------------|
| CL | <u>50,28</u> | <u>33,72</u> | 29,03 | <u>47,63</u> |
| FL | 64,21 | 50,35 | 46,36 | 57,44 |
| GL | 76,94 | 45,79 | 37,02 | 75,6 |
| OL | <u>64,56</u> | <u>43,3</u> | 37,28 | <u>61,16</u> |
| WL | 62,86 | 62,86 | 62,86 | 62,86 |

Valores en negrita en la tabla: se obtienen como mediana de los valores de COS en cada grupo de perfiles de suelo (según clasificación por uso y clima).

Valores subrayados en la tabla:

CL: Existe información de perfiles sólo para el clima mediterráneo (no se dispone de perfiles en clima atlántico ni en montano-culminal y en clima continental sólo se dispone de un perfil, lo cual resulta insuficiente). Por ello, la estimación de COS para los climas atlántico, continental y montano-culminal se ha calculado a partir del valor para el clima mediterráneo, según la proporción obtenida en GL y FL (se ha tomado el promedio de las dos) para los valores de COS entre cada clima y el clima mediterráneo.

OL: Se produce la misma situación que en caso de CL. Existe información de perfiles sólo para el clima mediterráneo y, por ello, la estimación de COS para los climas atlántico, continental y montano-culminal se ha calculado a partir del valor para el clima mediterráneo, según la proporción obtenida en GL y FL (se ha tomado el promedio de las dos) para los valores de COS entre cada clima y el clima mediterráneo.

Valores en cursiva en la tabla:

WL: Para este uso (como ocurría en el caso del clima culminal) la muestra de perfiles es muy reducida. Solo se dispone de un perfil para el clima atlántico, dos para el clima continental y seis para el clima mediterráneo. En este caso se ha asumido que los valores de COS en este uso del suelo no se ven influidos de forma importante por el clima, ya que según indican Rovira et al. (2007): "*la abundancia de agua hace que ésta no sea un factor limitante*". En consecuencia, se ha estimado un único valor de COS para este uso del suelo, igual a la mediana de los valores obtenidos en los nueve perfiles disponibles.

c) Resultados: valores de COS por uso del suelo (nivel provincial y nacional)

A partir de los valores de COS por uso del suelo indicados en la tabla A3.3.8.3, que dependen de la región climática, se han calculado valores de COS de referencia para cada uso de suelo en cada provincia. Para ello se ha utilizado información sobre el porcentaje de cada provincia comprendido en cada una de las regiones climáticas. Los resultados se muestran en la tabla A3.3.8.4 siguiente.

Tabla A3.3.8.4.-Valores de COS según uso de suelo UNFCCC y provincia (t C/ha)

| Provincia | FL | CL | GL | WL | OL |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 57,53 | 34,82 | 62,10 | 62,86 | 53,20 |
| 2 | 46,61 | 29,05 | 37,21 | 62,86 | 40,71 |
| 3 | 46,97 | 29,25 | 37,85 | 62,86 | 37,70 |
| 4 | 46,39 | 29,03 | 37,04 | 62,86 | 37,29 |
| 5 | 50,01 | 31,26 | 53,42 | 62,86 | 56,01 |
| 6 | 46,36 | 29,04 | 37,02 | 62,86 | 37,28 |
| 7 | 46,73 | 29,10 | 37,78 | 62,86 | 38,76 |
| 8 | 50,26 | 32,99 | 46,64 | 62,86 | 49,51 |
| 9 | 53,86 | 34,33 | 53,38 | 62,86 | 50,13 |
| 10 | 46,79 | 29,28 | 38,46 | 62,86 | 42,67 |
| 11 | 46,51 | 29,04 | 37,24 | 62,86 | 38,17 |
| 12 | 49,40 | 30,10 | 41,78 | 62,86 | 38,52 |
| 13 | 46,45 | 29,04 | 37,07 | 62,86 | 37,51 |
| 14 | 46,36 | 29,03 | 37,02 | 62,86 | 0,00 |
| 15 | 63,92 | 49,98 | 76,34 | 62,86 | 59,36 |
| 16 | 50,21 | 30,82 | 44,33 | 62,86 | 43,63 |
| 17 | 53,22 | 32,96 | 55,99 | 62,86 | 55,25 |
| 18 | 46,51 | 29,04 | 37,40 | 62,86 | 39,42 |
| 19 | 50,61 | 32,49 | 47,77 | 62,86 | 50,20 |
| 20 | 64,21 | 50,28 | 76,94 | 62,86 | 64,56 |
| 21 | 46,36 | 29,03 | 37,02 | 62,86 | 37,28 |
| 22 | 53,46 | 32,59 | 55,74 | 62,86 | 58,33 |
| 23 | 47,12 | 29,07 | 38,21 | 62,86 | 37,60 |
| 24 | 53,03 | 33,13 | 59,31 | 62,86 | 58,24 |
| 25 | 52,57 | 31,88 | 60,63 | 62,86 | 58,78 |
| 26 | 51,74 | 33,56 | 49,41 | 62,86 | 47,41 |
| 27 | 61,58 | 46,26 | 70,26 | 62,86 | 64,56 |
| 28 | 50,24 | 29,26 | 45,83 | 62,86 | 47,65 |
| 29 | 46,42 | 29,04 | 37,19 | 62,86 | 38,12 |
| 30 | 46,45 | 29,04 | 37,08 | 62,86 | 37,29 |
| 31 | 60,72 | 34,52 | 61,88 | 62,86 | 49,10 |
| 32 | 56,73 | 39,47 | 63,01 | 62,86 | 64,50 |
| 33 | 63,59 | 50,27 | 76,81 | 62,86 | 63,43 |
| 34 | 52,11 | 33,33 | 52,24 | 62,86 | 57,31 |
| 35 | 53,53 | 53,53 | 53,53 | 86,35 | 53,53 |
| 36 | 60,36 | 45,83 | 73,63 | 62,86 | 43,30 |
| 37 | 48,55 | 30,47 | 42,00 | 62,86 | 43,57 |
| 38 | 64,57 | 64,57 | 64,57 | 87,54 | 64,57 |
| 39 | 62,22 | 48,58 | 73,92 | 62,86 | 62,38 |
| 40 | 50,83 | 32,86 | 48,27 | 62,86 | 52,91 |
| 41 | 46,36 | 29,03 | 37,02 | 62,86 | 37,28 |
| 42 | 51,36 | 33,76 | 47,81 | 62,86 | 52,22 |
| 43 | 49,09 | 30,57 | 41,61 | 62,86 | 38,44 |
| 44 | 50,57 | 32,88 | 46,36 | 62,86 | 43,21 |
| 45 | 46,93 | 29,05 | 37,49 | 62,86 | 40,90 |
| 46 | 47,95 | 30,04 | 39,19 | 62,86 | 37,54 |
| 47 | 48,41 | 31,13 | 42,32 | 62,86 | 0,00 |
| 48 | 64,21 | 50,28 | 76,94 | 62,86 | 64,56 |
| 49 | 49,19 | 29,86 | 46,59 | 62,86 | 54,06 |
| 50 | 49,27 | 30,94 | 41,76 | 62,86 | 38,66 |

Por último, para la estimación del valor medio nacional, se ha calculado ponderando el valor de COS de referencia para cada uno de los usos del suelo con la superficie que representa. Así, el valor de COS (toneladas de C por hectárea) resultante a nivel nacional para cada uno de los usos es:

Tabla A3.3.8.5.-Valores de COS según uso de suelo UNFCCC a nivel nacional (t C/ha)

| FL | CL | GL | WL | OL |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 51,39 | 31,48 | 48,73 | 62,95 | 45,97 |

A3.3.9.- Justificación de que los cambios de bosque a pastizal con vegetación no herbácea no son inducidos por el hombre

Se analiza a continuación la posibilidad de cambios de FL a GL intencionados por el hombre; no se consideran por tanto aquellos cambios que son consecuencia de desastres naturales o de evolución natural de la vegetación.

Para ello se subdivide la parte de GL en dos fracciones: GL_g (pastizales de vegetación herbácea), GL_{no-g} (pastizales de vegetación arbustiva y arbórea). La primera, las superficies ocupadas por GL_g, sí admiten posibles incrementos desde FL consecuencia de transformaciones antrópicas de carácter económico, es decir son las transformaciones a pastos para obtener un beneficio directo en forma de ganado pastante; no obstante esta posibilidad, son pocas las tierras que actualmente se solicitan para ser transformadas en este uso.

El paso de FL a la otra categoría, GL_{no-s}, considerando únicamente un origen antrópico no es posible. Si se analizan los posibles orígenes antrópicos para que hubiera estos cambios de uso, se vería que solo existen dos posibilidades, la producida por incendios del mismo origen o una deforestación con vistas a generar una superficie de estos usos. Lo primero, como ya se explica en el capítulo 11 de este NIR, no es factible al considerarse que en un mayor o menor plazo, las zonas incendiadas se vuelven a regenerar, bien por acciones directas del hombre o por regeneración natural. El segundo caso no es conocido ya que el cambio implicaría que existe un interés económico, como así sucede en el caso de GL_g por el beneficio que se obtiene de los pastos obtenidos, no existiendo ningún beneficio que incentivara a realizar ese cambio.

De todo lo anterior se concluye que los cambios de FL a GL_{no-s} que aparecen en la matriz de cambios, solo puede ser debido a los incendios aún no regenerados, pero que como se ha comentado son únicamente temporalmente desarbolados.

A3.3.10.- Estimación del contenido de C en madera muerta en tierras forestales con bosques estables

Para la estimación del contenido en carbono almacenado en la madera muerta se han utilizado datos de 22.904 parcelas de dos ciclos del Inventario Forestal Nacional, para bosque con FCC $\geq 20\%$, en donde se ha muestreado la madera muerta. Se han utilizado datos provinciales tanto del IFN3 como del IFN4 puesto que no se disponen datos de madera muerta para todo el territorio nacional ya que el IFN4 no está finalizado y en el IFN3 no se tomaron datos de madera muerta en todas las Comunidades Autónomas

En la toma de datos del IFN se identifican en cada parcela por especie y grado de descomposición las categorías de madera muerta siguientes:

1. Pies mayores muertos en pie ($dn \geq 7,5$ cm)
2. Pies mayores muertos caídos (diámetro a 1,3 m de longitud medido desde la base del fuste, mayor de 7,5 cm)
3. Pies menores muertos en pie ($2,5 \leq dn \leq 7,5$ y $h \geq 1,3$ m)
4. Pies menores muertos caídos ($2,5 \leq$ diámetro a 1,3 m de longitud medido desde la base del fuste $\leq 7,5$ cm y $l \geq 1,30$ m)
5. Ramas y leñas gruesas (diámetro medio $\geq 7,5$ cm y $l \geq 0,3$ m)
6. Tocones (diámetro medio $\geq 7,5$ cm y $h \leq 1,3$ m)
7. Tocones de brotes de cepa (tocones procedentes de una cepa totalmente muerta y con diámetro medio de ésta mayor o igual a 7,5 cm y altura máxima de 1,3m), y
8. Acumulaciones (con diámetro a la mitad de su longitud del tronco o troza media superior o igual a 7,5 cm)¹⁷

Se toman las dimensiones de la madera muerta procedente tanto de especies arbóreas como de matorral siempre y cuando cumpla los criterios de dimensiones descritos ("dn" es el diámetro medido a una altura "h" =1,30 m; "l" es la longitud del fuste caído o de las ramas).

Los grados de descomposición (GD) de la madera muerta que se identifica son los propuestos por Hunter (1990) y se añade una categoría nueva (6):

¹⁷ Finalmente no se consideró la madera muerta proveniente de los tocones de brotes de cepa y las acumulaciones por los problemas que mostraban en su cubicación y por la pequeña fracción que representan frente al total

- GD 1: Corteza intacta, presencia de pequeñas ramillas (menores de 3 cm), textura de la madera intacta. En el caso de árboles muertos en pie, tronco arraigado con firmeza.
- GD 2: Corteza intacta, sin presencia de pequeñas ramillas. En el caso de árboles muertos en pie, tronco que puede moverse ligeramente.
- GD 3: Rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura. En el caso de árboles muertos en pie, tronco que se puede desarraigar.
- GD 4: Sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura que se desprende en trozos.
- GD 5: Sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura pulverulenta.
- GD 6¹⁸: Madera verde, cuando acaban de realizarse las cortas o podas y la madera está cortada pero aún no ha comenzado a descomponerse.

Se conoce por lo tanto en las provincias muestreadas los datos de madera muerta por parcela según especies, tipologías de madera muerta y niveles de decaimiento (ver ALBERDI et al. 2012)¹⁹.

Se ha considerado adicionalmente la clasificación realizada por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de las parcelas del Inventario Forestal Nacional en las formaciones arboladas establecidas para el Mapa Forestal Español.

Cubicación y transformación del volumen a peso en carbono

En primer lugar, se cubicó la madera muerta por parcela de las distintas tipologías de madera muerta para cada una de las especies con las ecuaciones de cubicación provinciales determinadas por el IFN para el caso de los árboles en pie (muertos o caídos) y con fórmulas geométricas (Hubert o Smalian) para el resto de las tipologías. Para el caso de los árboles menores, se supuso una forma del fuste cónica.

Los volúmenes en m³/ha se transformaron a biomasa (t/ha) mediante el factor de expansión de biomasa por densidad específica (BEFD), específico para cada especie obteniendo la biomasa aérea.

Para estimar la biomasa subterránea (para árboles muertos en pie y tocones), se calculó el peso en seco de las raíces siguiendo las ecuaciones propuestas por MONTERO

¹⁸ Para armonizar los GD, en el caso del GD 6, se asimiló al GD 1.

¹⁹ Alberdi I, Hernández L, Saura S, Barrera M, Gil P, Condés S, Cantero A, Sandoval VJ, Vallejo R, Cañellas I (2012) Estimación de la biodiversidad en el País Vasco. Dirección General Del Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

et al. (2005)²⁰. Debido a que no se disponen de ecuaciones para todas las especies se han utilizado otras de especies similares.

Una vez calculada la biomasa en t/ha tanto de la parte aérea como de la subterránea, se consideró que la mitad del peso de la biomasa se correspondía con el peso de carbono. Entonces, se redujo el peso de carbono según los distintos niveles de descomposición de la madera de acuerdo a los valores empleados por el IPCC. En la GPG-2003, sección 4.3.3.5.3. se habla de 3 clases de decaimiento relacionado con la densidad, recomendando usar el método del machete. Así según el corte en el tronco o rama se definen 3 tipos de densidad: “sound” o sano, “intermediate” o intermedio y “rotten” o podrido. Desde el INIA se propone la siguiente correspondencia con nuestras clases de decaimiento:

GD 1, 6: Sano (Sound)

GD 2, 3: Intermedio (Intermediate)

GD 4, 5: Podrido (Rotten)

Así, en el cálculo de biomasa de la madera en descomposición habrá que aplicar un factor de reducción de la densidad asignado a cada clase, que habrá que multiplicar a la densidad de la especie. Si no hay datos más específicos, existen los siguientes factores de reducción por defecto según clases de descomposición (UNFCCC; A/R MDL):

- i) Sano (Sound), factor de reducción = 1.00
- ii) Intermedio (Intermediate), factor de reducción = 0.80
- iii) Podrido (Rotten), factor de reducción = 0.45

Tabla A3.3.10.1.- Factor de reducción (fr) para estimar el peso de carbono en función de los niveles de decaimiento (GD) de la madera muerta.

| GD | 1 | 6 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|------|------|------|------|------|------|
| fr | 1.00 | 1.00 | 0.80 | 0.80 | 0.45 | 0.45 |

Por último, se obtuvo el contenido medio en toneladas de carbono reducido por hectárea de las distintas formaciones arboladas de cada provincia promediando el contenido total de carbono de todas las parcelas de cada provincia.

Las ecuaciones utilizadas para las estimaciones de la biomasa y del carbono son las siguientes:

$$B_d = V_{cc} \cdot BEFD \cdot fr$$

²⁰ Montero G, Ruíz-Peinado R, Muñoz M (2005) Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. Monografías INIA: Series Forestal nº 13 2005. Ministerio de Educación y Ciencia. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid

$$C_d = B_d \cdot 0,5$$

donde:

- B_d : peso en biomasa considerando el grado de descomposición de la madera muerta
- $BEFD$: factor de expansión de biomasa por densidad específica aplicado sobre el total de la biomasa aérea.
- fr : factor de reducción por grado de descomposición
- V_{cc} : volumen con corteza
- C_d : peso en carbono considerando el grado de descomposición de la madera

Una vez estimado el contenido de carbono por hectárea de las distintas formaciones arboladas de cada provincia muestreada, se obtuvo el carbono total de cada provincia multiplicado el contenido en carbono por hectárea por la superficie de las distintas formaciones.

Debido a que no se disponen datos de madera muerta en todas las provincias y a que hay formaciones forestales que no se encuentran en las provincias donde se tiene información de la madera muerta se ha realizado una extrapolación del contenido en carbono según el siguiente procedimiento:

1. Obtener las superficies (ha) de cada formación en cada una de las provincias ($F_{cc} > 20\%$)
2. En cada provincia, seleccionar las formaciones que tienen parcelas que han sido muestreadas.
3. Ponderar el carbono reducido (t C/ha) a nivel nacional de las formaciones que tengan parcelas muestreadas (parcelas seleccionadas en (2) con superficies de (1)).
4. Multiplicar las medias ponderadas de cada formación obtenidas en (3) por la superficie de las formaciones en las que no se muestreó la madera muerta obteniendo de esta manera el carbono a nivel provincial (t C).
5. Para cada formación, sumar el contenido en carbono en cada provincia obteniendo así el contenido en carbono a nivel nacional.

Resultados

El contenido total de biomasa y de carbono a nivel nacional (Tabla A3.3.10.2) se estima en 156.421.446,23 t y 51.976.544,81 t respectivamente, suponiendo el contenido aéreo (respecto al aéreo y subterráneo) un 43,24% y 44,48% respectivamente.

Los valores medios por hectárea (Tabla A3.3.10.3) son 9,53 t de biomasa y 3,17 t de Carbono aéreo y subterráneo.

Tabla A3.3.10.2.- Valores de biomasa (t) y carbono (t C) en España por formación arbolada según datos de los IFN3 y INF4, considerando y sin considerar la parte subterránea.

| Id Formación | Formación | datos aérea | | datos aéreos y subterráneos | |
|--------------|---|--------------|--------------|-----------------------------|--------------|
| | | Biomasa (t) | Carbono (tC) | Biomasa (t) | Carbono (tC) |
| 1 | Hayedos (<i>Fagus sylvatica</i>) | 4.172.551,87 | 1.384.598,87 | 16.286.848,01 | 5.007.426,61 |
| 2 | Abetales (<i>Abies alba</i>) | 503.743,51 | 156.769,24 | 1.029.870,28 | 303.815,10 |
| 3 | Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica atlántica | 2.686.944,81 | 900.853,00 | 6.765.509,85 | 2.212.761,48 |
| 4 | Robledales de <i>Quercus robur</i> y/o <i>Quercus petraea</i> | 1.346.419,52 | 453.122,94 | 3.123.047,99 | 1.017.479,94 |
| 6 | Sabinas de <i>Juniperus phoenicea</i> | 66.772,93 | 22.884,83 | 101.389,88 | 36.045,60 |
| 7 | Enebrales (<i>Juniperus</i> spp.) | 81.834,05 | 26.386,28 | 170.287,08 | 62.048,98 |
| 8 | Abedulares (<i>Betula</i> spp.) | 201.272,76 | 74.275,01 | 426.791,63 | 149.703,47 |
| 9 | Acebedas (<i>Ilex aquifolium</i>) | 17.245,82 | 5.908,57 | 43.273,35 | 15.073,62 |
| 13 | Avellanadas (<i>Corylus avellana</i>) | 39.182,87 | 12.819,27 | 143.019,89 | 47.915,46 |
| 14 | Robledales de roble pubescente (<i>Q. humilis</i>) | 279.727,52 | 94.573,68 | 448.753,51 | 148.062,88 |
| 15 | Melojares (<i>Quercus pyrenaica</i>) | 4.550.897,89 | 1.496.962,97 | 7.928.681,81 | 2.564.197,08 |
| 16 | Quejigares (<i>Quercus faginea</i>) | 1.239.417,79 | 442.842,65 | 2.444.227,18 | 837.004,08 |
| 17 | Quejigares de <i>Quercus canariensis</i> | 30.916,99 | 9.875,50 | 49.244,11 | 15.494,58 |
| 18 | Encinares (<i>Quercus ilex</i>) | 5.246.829,53 | 1.798.666,89 | 13.108.031,17 | 4.471.652,31 |
| 19 | Alcornocales (<i>Quercus suber</i>) | 1.741.854,73 | 567.428,03 | 2.439.270,87 | 791.814,03 |
| 20 | Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>) | 54.691,29 | 16.588,82 | 123.920,78 | 42.098,95 |
| 21 | Pinares de pino albar (<i>Pinus sylvestris</i>) | 6.615.207,40 | 2.348.470,58 | 11.987.772,97 | 4.271.096,88 |
| 22 | Pinares de pino negro (<i>Pinus uncinata</i>) | 435.041,50 | 149.455,62 | 829.504,33 | 299.623,11 |
| 23 | Pinares de pino piñonero (<i>Pinus pinea</i>) | 562.726,92 | 190.172,68 | 1.868.518,37 | 619.077,95 |
| 24 | Pinares de pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>) | 5.353.401,74 | 1.701.302,36 | 10.478.260,44 | 3.358.926,54 |
| 25 | Pinares de pino salgareño (<i>Pinus nigra</i>) | 2.273.834,73 | 797.845,90 | 6.392.236,47 | 2.175.265,31 |
| 27 | Pinares de pino canario (<i>Pinus canariensis</i>) | 52.916,96 | 13.565,34 | 247.334,18 | 89.797,91 |
| 28 | Pinsapares (<i>Abies pinsapo</i>) | 47.645,62 | 15.820,41 | 64.066,30 | 21.377,06 |
| 29 | Castañares (<i>Castanea sativa</i>) | 2.071.864,61 | 700.470,82 | 5.996.937,27 | 1.851.845,24 |
| 31 | Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea | 3.609.401,67 | 1.182.507,26 | 6.242.384,72 | 2.018.208,66 |
| 33 | Bosques ribereños | 1.843.251,82 | 640.147,27 | 3.420.475,59 | 1.191.774,35 |
| 34 | Dehesas | 4.550.862,09 | 1.691.676,33 | 11.139.212,31 | 3.960.714,79 |
| 35 | Acebuchales (<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>) | 250.840,97 | 85.987,18 | 432.630,54 | 149.237,70 |
| 36 | Laurisilvas macaronésicas | 26.919,91 | 9.025,45 | 67.782,16 | 22.169,17 |
| 37 | Palmerales y mezclas de palmeras con otras especies | 2.493,42 | 676,41 | 2.848,71 | 801,41 |
| 38 | Otras especies de producción en mezcla | 938.504,63 | 367.782,60 | 2.272.569,95 | 826.594,99 |
| 41 | Frondosas alóctonas con autóctonas | 380.555,94 | 126.603,21 | 1.100.668,55 | 360.218,22 |
| 43 | Madroñales (<i>Arbutus unedo</i>) | 110.644,43 | 32.038,68 | 142.856,49 | 42.493,66 |
| 44 | Choperas y plataneras de producción | 393.151,23 | 149.125,79 | 1.097.915,93 | 369.665,67 |
| 46 | Coníferas alóctonas de gestión (<i>Cupressus</i> sp, <i>Cedrus</i> spp. otros pinos, etc.) | 10.225,56 | 3.940,68 | 17.867,06 | 6.725,83 |
| 49 | Frondosas alóctonas invasoras | 33.576,52 | 10.326,78 | 60.818,43 | 17.603,92 |
| 50 | Sabinas canarios (<i>Juniperus turbinata</i>) | 896,84 | 307,37 | 1.361,79 | 484,14 |
| 51 | Fayal-Brezal | 34.850,78 | 14.555,33 | 58.713,58 | 17.358,94 |
| 52 | Algarrobales (<i>Ceratonia siliqua</i>) | 7.015,35 | 2.125,63 | 24.956,31 | 7.895,63 |
| 54 | Bosque mixto de frondosas en la región biogeográfica alpina | 163.880,08 | 53.551,11 | 311.488,76 | 103.007,07 |
| 55 | Otras mezclas de frondosas macaronésicas | 56.191,58 | 18.839,37 | 141.485,85 | 46.275,07 |
| 56 | Fresnedas (<i>Fraxinus</i> spp.) | 63.574,62 | 23.503,76 | 113.645,82 | 36.161,04 |
| 57 | Eucaliptales | 2.386.157,42 | 880.684,46 | 7.981.306,18 | 2.742.707,66 |

Tabla A3.3.10.2.- Valores de biomasa (t) y carbono (t C) en España por formación arbolada según datos de los IFN3 y INF4, considerando y sin considerar la parte subterránea (Continuación)

| Id Formación | Formación | datos aérea | | datos aréreos y subterráneos | |
|--------------|--|--------------|--------------|------------------------------|--------------|
| | | Biomasa (t) | Carbono (tC) | Biomasa (t) | Carbono (tC) |
| 58 | Pinares de pino radiata | 1.330.392,19 | 525.195,60 | 4.035.902,38 | 1.390.042,89 |
| 61 | Pinares de pino pinaster en región mediterránea (<i>Pinus pinaster</i> spp. <i>hamiltonii</i>) | 3.274.883,71 | 1.078.543,65 | 6.815.744,63 | 2.254.090,15 |
| 62 | Pinares de pino pinaster en región atlántica (<i>Pinus pinaster</i> spp. atlantica) | 1.163.885,58 | 452.071,27 | 2.603.437,25 | 969.695,24 |
| 63 | Repoblación de <i>Quercus rubra</i> | 46.291,68 | 14.538,43 | 184.641,01 | 52.536,11 |
| 64 | Otras coníferas alóctonas de producción (<i>Larix</i> spp., <i>Pseudotsuga</i> spp., etc) | 132.126,95 | 48.000,60 | 706.164,55 | 226.184,93 |
| 65 | Mezcla de coníferas autóctonas con alóctonas | 40.738,95 | 14.669,99 | 86.612,02 | 29.769,56 |
| 66 | Mezcla de coníferas con frondosas, autóctonas con alóctonas | 156.996,24 | 56.204,14 | 415.684,03 | 136.931,85 |
| 391 | Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica alpina | 48.478,34 | 15.527,02 | 115.297,25 | 42.254,59 |
| 392 | Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica atlántica | 74.407,28 | 23.980,99 | 87.683,80 | 28.680,81 |
| 393 | Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea | 1.902.247,70 | 614.204,13 | 3.427.770,05 | 1.098.008,74 |
| 394 | Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica macaronésica | 6.467,54 | 2.084,45 | 7.621,55 | 2.492,96 |
| 401 | Mezcla de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica alpina | 799.895,99 | 247.557,59 | 1.872.325,67 | 587.392,85 |
| 402 | Mezcla de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica atlántica | 494.638,82 | 183.102,74 | 1.100.902,81 | 388.391,57 |
| 403 | Mezcla de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea | 3.598.236,44 | 1.154.775,53 | 7.762.225,74 | 2.415.093,87 |
| 404 | Mezcla de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica macaronésica | 32.191,23 | 11.916,38 | 71.647,06 | 25.276,63 |

Tabla A3.3.10.3.- Valores medios por hectárea de biomasa (t/ha) y carbono (tC/ha) aérea y subterránea en España por formación arbolada según datos de los IFN3 y INF4.

| Id Formación | Formación | Nº Parcelas | Biomasa (t/ha) | Carbono (tC/ha) |
|--------------|--|-------------|----------------|-----------------|
| 1 | Hayedos (<i>Fagus sylvatica</i>) | 1375 | 42,42 | 13,04 |
| 2 | Abetales (<i>Abies alba</i>) | 7 | 86,14 | 25,41 |
| 3 | Bosques mixtos de frondosas en region biogeográfica atlántica | 1098 | 19,82 | 6,48 |
| 4 | Robledales de <i>Quercus robur</i> y/o <i>Quercus petraea</i> | 815 | 14,43 | 4,7 |
| 6 | Sabinas de <i>Juniperus phoenicea</i> | 36 | 2,55 | 0,91 |
| 7 | Enebrales (<i>Juniperus</i> spp.) | 78 | 2,73 | 0,99 |
| 8 | Abedulares (<i>Betula</i> spp.) | 125 | 11,45 | 4,02 |
| 9 | Acebedas (<i>Ilex aquifolium</i>) | 14 | 12,24 | 4,26 |
| 13 | Avellanadas (<i>Corylus avellana</i>) | 75 | 15,65 | 5,24 |
| 14 | Robledales de roble pubescente (<i>Quercus humilis</i>) | 36 | 6,76 | 2,23 |
| 15 | Melojares (<i>Quercus pyrenaica</i>) | 546 | 10,07 | 3,26 |
| 16 | Quejigares (<i>Quercus faginea</i>) | 215 | 8,33 | 2,85 |
| 17 | Quejigares de <i>Quercus canariensis</i> | 44 | 8,8 | 2,77 |
| 18 | Encinares (<i>Quercus ilex</i>) | 1674 | 5,5 | 1,88 |
| 19 | Alcornocales (<i>Quercus suber</i>) | 531 | 9,92 | 3,22 |
| 20 | Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>) | 8 | 0,75 | 0,25 |
| 21 | Pinares de pino albar (<i>Pinus sylvestris</i>) | 736 | 12,26 | 4,37 |
| 22 | Pinares de pino negro (<i>Pinus uncinata</i>) | 18 | 8,54 | 3,08 |
| 23 | Pinares de pino piñonero (<i>Pinus pinea</i>) | 604 | 5 | 1,66 |
| 24 | Pinares de pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>) | 3844 | 5,65 | 1,81 |
| 25 | Pinares de pino salgareño (<i>Pinus nigra</i>) | 887 | 9,49 | 3,23 |
| 27 | Pinares de pino canario (<i>Pinus canariensis</i>) | 3 | 3,34 | 1,21 |
| 28 | Pinsapares (<i>Abies pinsapo</i>) | 23 | 44,75 | 14,93 |
| 29 | Castañares (<i>Castanea sativa</i>) | 463 | 37,63 | 11,62 |
| 31 | Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea | 695 | 8,82 | 2,85 |
| 33 | Bosques ribereños | 431 | 14,84 | 5,17 |
| 34 | Dehesas | 470 | 5,46 | 1,94 |
| 35 | Acebuchales (<i>Olea europaea</i> var. <i>syvestris</i>) | 240 | 4,18 | 1,44 |
| 36 | Laurisilvas macaronésicas | 0 | 19,82 | 6,48 |
| 37 | Palmerales y mezclas de palmeras con otras especies | 15 | 3,35 | 0,94 |
| 38 | Otras especies de producción en mezcla | 383 | 12,18 | 4,43 |
| 41 | Frondosas alóctonas con autóctonas | 361 | 18,04 | 5,9 |
| 43 | Madroñales (<i>Arbutus unedo</i>) | 39 | 5,89 | 1,75 |
| 44 | Choperas y plataneras de producción | 63 | 11,36 | 3,83 |
| 46 | Coníferas alóctonas de gestión (<i>Cupressus</i> sp., <i>Cedrus</i> spp., otros pinos, etc.) | 2 | 10,77 | 4,05 |
| 49 | Frondosas alóctonas invasoras | 60 | 13,91 | 4,03 |
| 50 | Sabinas canarios (<i>Juniperus turbinata</i>) | 0 | 2,55 | 0,91 |
| 51 | Fayal-Brezal | 0 | 2,86 | 0,85 |
| 52 | Algarrobales (<i>Ceratonia siliqua</i>) | 33 | 5,82 | 1,84 |
| 54 | Bosque mixto de frondosas en la región biogeográfica alpina | 16 | 13,63 | 4,51 |
| 55 | Otras mezclas de frondosas macaronésicas | 0 | 19,82 | 6,48 |
| 56 | Fresnedas (<i>Fraxinus</i> spp.) | 18 | 12,51 | 3,98 |
| 57 | Eucaliptales | 1800 | 12,96 | 4,45 |
| 58 | Pinares de pino radiata | 747 | 16 | 5,51 |
| 61 | Pinares de pino pinaster en región mediterránea (<i>Pinus pinaster</i> spp. <i>hamiltonii</i>) | 875 | 8,82 | 2,92 |
| 62 | Pinares de pino pinaster en región atlántica (<i>Pinus pinaster</i> spp. <i>atlantica</i>) | 872 | 11,02 | 4,11 |
| 63 | Repoblación de <i>Quercus rubra</i> | 25 | 31,2 | 8,88 |
| 64 | Otras coníferas alóctonas de producción (<i>Larix</i> spp., <i>Pseudotsuga</i> spp., etc) | 75 | 25,83 | 8,27 |
| 65 | Mezcla de coníferas autoctonas con alóctonas | 18 | 7,03 | 2,41 |
| 66 | Mezcla de coníferas con frondosas, autoctónas con alóctonas | 150 | 11,95 | 3,94 |

Tabla A3.3.10.3.- Valores medios por hectárea de biomasa (t/ha) y carbono (tC/ha) aérea y subterránea en España por formación arbolada según datos de los IFN3 y INF4 (Continuación)

| Id Formación | Formación | Nº Parcelas | Biomasa (t/ha) | Carbono (tC/ha) |
|---------------------|--|--------------------|-----------------------|------------------------|
| 391 | Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica alpina | 1 | 3,42 | 1,25 |
| 392 | Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica atlántica | 16 | 10,96 | 3,58 |
| 393 | Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea | 705 | 6,32 | 2,02 |
| 394 | Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica macaronésica | 0 | 10,96 | 3,58 |
| 401 | Mezcla de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica alpina | 39 | 38,04 | 11,93 |
| 402 | Mezcla de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica atlántica | 278 | 10,22 | 3,6 |
| 403 | Mezcla de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea | 1222 | 8,55 | 2,66 |
| 404 | Mezcla de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica macaronésica | 0 | 10,22 | 3,6 |

A3.3.11.- Justificación de que la madera muerta y el detritus no son fuente en superficie de gestión forestal.

A3.3.11.1.- Justificación cuantitativa de que la madera muerta no es fuente en las superficies de gestión forestal, utilizando datos de las Parcelas de la Red de Seguimiento de daños en los bosques de Nivel I.

La fuente de datos empleada ha sido la Red Europea de Seguimiento de Daños de Nivel I (RNDNI) de la que se disponen varios inventarios. Usando la RNDN I se ha estimado el contenido en carbono en la materia muerta. Se disponen de cinco inventarios: 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013. En cada inventario se han medido 155 parcelas. Sin embargo, sólo se tienen datos repetidos de 153 parcelas del 2010 y del 2013 ya que dos puntos no han podido visitarse en 2013

La tipología de la madera muerta se clasifica en las parcelas de esta Red como se detalla a continuación:

- Tipo 1: Árbol muerto en pie. Deberá de distinguirse claramente el árbol completo. $dn \geq 10$ cm.
- Tipo 2: Árbol muerto caído. Se considera cuando se puede reconocer el árbol entero caído. $d \text{ 1'30} \geq 10$ cm.
- Tipo 4: Madera muerta gruesa. Se trata de trozas ramificadas o no, en caso de que haya una ramificación también habrá que medirlas. $d_{mayor} \geq 10$ cm.
- Tipo 5: Madera muerta fina. $10 \text{ cm} \geq d_{mayor} \geq 5$ cm.
- Tipo 6: Tocones. diámetro medio ≥ 10 cm y longitud; $< 1,30$ metros.

Los grados de descomposición considerados en la Red de Nivel I son los siguientes:

- GD1 Corteza intacta, presencia de pequeñas ramillas (menores de 3 cm), textura de la madera intacta. En el caso de árboles muertos en pie, tronco arraigado con firmeza.
- GD2 Corteza intacta, sin presencia de pequeñas ramillas. En el caso de árboles muertos en pie, tronco que puede moverse ligeramente.
- GD3 Rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura. En el caso de árboles muertos en pie, tronco que se puede desarraigar.
- GD4 Sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura que se desprende en trozos.
- GD5 Sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura pulverulenta.

La cubicación, estimación de biomasa aérea y subterránea así como todas las transformaciones a carbono se realizaron como en Anexo 3.3.10

Para evaluar la evolución del contenido en carbono y biomasa almacenada en la madera muerta se ha calculado la tasa de cambio de cada formación como el cociente de la resta contenido en carbono o biomasa en 2013 menos el contenido en 2010 entre el contenido de 2010:

$$\text{Tasa de cambio Biomasa} = 100 * \left(\frac{\text{Contenido en Biomasa en 2013} - \text{Contenido en Biomasa 2010}}{\text{Contenido en Biomasa 2010}} \right)$$

$$\text{Tasa de cambio Carbono} = 100 * \left(\frac{\text{Contenido en Carbono en 2013} - \text{Contenido en Carbono 2010}}{\text{Contenido en carbono 2010}} \right)$$

La biomasa en la madera muerta ha aumentado un 23,51% entre las dos mediciones de la submuestra de la Red de Nivel I, mientras que el carbono ha aumentado un 19,41 % desde el 2010 al 2013 (Tabla 4). En general, la mayoría de las formaciones forestales han aumentado tanto su contenido en carbono como su biomasa muerta.

En base a este resultado se puede decir que la madera muerta no constituye una fuente emisora.

Tabla A3.3.11.1.- Valores de biomasa (t) y carbono (tC) aérea y subterránea en España por formación arbolada según los inventarios del 2010 y 2013 de la RNDNI y tasas de cambio

| Id Formación | Formación | Biomasa (t) | | Carbono (t C) | | % Cambio biomasa | % Cambio Carbono |
|--------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|------------------|
| | | 2010 | 2013 | 2010 | 2013 | | |
| 1 | Hayedos (<i>Fagus sylvatica</i>) | 3.694.506,63 | 3.847.035,49 | 1.238.380,84 | 1.257.818,40 | 4,13 | 1,57 |
| 3 | Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica atlántica | 941.034,33 | 998.093,37 | 326.340,05 | 364.297,95 | 6,06 | 11,63 |
| 4 | Robledales de <i>Quercus robur</i> y/o <i>Quercus petraea</i> | 2.873.478,82 | 5.232.017,39 | 710.932,00 | 1.230.093,97 | 82,08 | 73,03 |
| 14 | Robledales de roble pubescente (<i>Q. humilis</i>) | 213.521,73 | 0 | 48.042,39 | 0 | -100 | -100 |
| 15 | Melojares (<i>Quercus pyrenaica</i>) | 966.441,84 | 647.123,59 | 330.042,61 | 216.870,36 | -33,04 | -34,29 |
| 16 | Quejigares (<i>Quercus faginea</i>) | 321.289,96 | 399.496,21 | 124.997,49 | 158.362,82 | 24,34 | 26,69 |
| 18 | Encinares (<i>Quercus ilex</i>) | 910.250,97 | 3.280.672,57 | 251.815,94 | 1.447.354,52 | 260,41 | 474,77 |
| 19 | Alcornocales (<i>Quercus suber</i>) | 408.779,00 | 616.030,98 | 168.852,67 | 246.412,39 | 50,7 | 45,93 |
| 20 | Sabinares albares (<i>Juniperus thurifera</i>) | 76.336,13 | 76.336,13 | 30.534,45 | 30.534,45 | 0 | 0 |
| 21 | Pinares de pino albar (<i>Pinus sylvestris</i>) | 4.351.155,94 | 4.953.086,63 | 1.787.711,93 | 1.488.869,79 | 13,83 | -16,72 |
| 22 | Pinares de pino negro (<i>Pinus uncinata</i>) | 6.606.201,62 | 6.608.756,24 | 2.867.762,78 | 2.822.948,11 | 0,04 | -1,56 |
| 23 | Pinares de pino piñonero (<i>Pinus pinea</i>) | 655.547,45 | 683.026,12 | 265.745,93 | 271.843,62 | 4,19 | 2,29 |
| 24 | Pinares de pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>) | 2.337.966,86 | 2.328.155,33 | 916.928,45 | 869.977,36 | -0,42 | -5,12 |
| 25 | Pinares de pino salgareño (<i>Pinus nigra</i>) | 1.617.723,78 | 4.243.484,93 | 477.166,67 | 1.653.901,43 | 162,31 | 246,61 |
| 27 | Pinares de pino canario (<i>Pinus canariensis</i>) | 185.253,75 | 185.253,75 | 74.101,50 | 74.101,50 | 0 | 0 |
| 29 | Castañares (<i>Castanea sativa</i>) | 903.599,03 | 908.889,60 | 203.706,57 | 204.500,16 | 0,59 | 0,39 |
| 31 | Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea | 0 | 483.314,08 | 0 | 236.745,61 | | |
| 33 | Bosques ribereños | 89.394,51 | 0 | 35.757,80 | 0 | -100 | -100 |
| 34 | Dehesas | 1.764.713,36 | 1.741.754,79 | 502.399,30 | 491.364,52 | -1,3 | -2,2 |
| 38 | Otras especies de producción en mezcla | 4.167,62 | 4.751,19 | 1.667,05 | 2.375,59 | 14 | 42,5 |
| 41 | Frondosas alóctonas con autóctonas | 36.315,60 | 61.690,30 | 13.743,32 | 24.098,83 | 69,87 | 75,35 |
| 44 | Choperas y plataneras de producción | 51.470,35 | 476.938,64 | 20.588,14 | 189.495,06 | 826,63 | 820,41 |
| 51 | Fayal-Brezal | 59.175,63 | 58.251,54 | 18.531,99 | 16.185,89 | -1,56 | -12,66 |
| 57 | Eucaliptales | 892.061,85 | 984.464,38 | 282.757,66 | 285.073,77 | 10,36 | 0,82 |
| 62 | Pinares de pino pinaster en región atlántica (<i>Pinus pinaster</i> spp. <i>atlantica</i>) | 3.661,74 | 4.768,73 | 1.481,56 | 1.902,56 | 30,23 | 28,42 |
| 64 | Otras coníferas alóctonas de producción (<i>Larix</i> spp., <i>Pseudotsuga</i> spp., etc) | 30.638,55 | 23.153,67 | 12.660,87 | 9.740,46 | -24,43 | -23,07 |
| 66 | Mezcla de coníferas con frondosas, autóctonas con alóctonas | 42.468,80 | 41.715,20 | 12.192,39 | 10.694,09 | -1,77 | -12,29 |
| 393 | Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea | 2.087.811,14 | 1.971.230,03 | 762.859,32 | 758.096,72 | -5,58 | -0,62 |
| 402 | Mezcla de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica atlántica | 1.725,58 | 11.752,07 | 388,26 | 4.305,68 | 581,05 | 1008,98 |
| 403 | Mezcla de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea | 2.610.996,27 | 2.034.179,69 | 1.150.255,76 | 724.097,21 | -22,09 | -37,05 |
| | | 34.737.688,84 | 42.905.422,61 | 12.638.345,70 | 15.092.062,81 | 23,51 | 19,41 |

A3.3.11.2.- Justificación cuantitativa que el depósito de detritus no es fuente en las superficies de gestión forestal.

Para apoyar la justificación de que el detritus no constituye una fuente emisora en tierras forestales nos basamos en las mediciones realizadas en el Inventario Forestal Nacional en sus ciclos, segundo, tercero y cuarto (IFN2, IFN3, IFN4). Entre uno y otro ciclo, dependiendo de la provincia, hay una diferencia temporal que va de 10 a 12 años. Dentro de los Parámetros Complementarios que se toman en el levantamiento de las parcelas de campo está el “Espesor de la capa muerta, césped, musgo y líquenes”. En el libro “Segundo Inventario Forestal Nacional. Explicaciones y Métodos” se da la definición del mencionado parámetro junto con la codificación que utiliza:

“Parámetro 1.2. Espesor de la capa muerta, césped, musgo y líquenes cuya estimación consiste en medir la altura en centímetros que desde el suelo tiene la masa de acículas, hojas, ramillas, cenizas, musgo u otros elementos vegetales pegados al suelo que rodea la zanja excavada. Si no llega a 0,5 cm se pondrá la cifra cero; de 0,5 a 1,4 la cifra uno; de 1,5 a 2,4 la dos, y así sucesivamente. Cuando la capa sea profunda conviene abrir un hueco con la mano hasta tocar el suelo firme, pues de esa manera se favorece la medición. Si en la parcela hay zonas con diferentes espesores de capa muerta se apunta el valor medio estimado aproximadamente”

Por tanto se está en condiciones de ver en las parcelas remedidas, la variación del espesor de la capa muerta, es decir del detritus. Esto no evalúa la cantidad, pero sí puede evaluar su variación, entendiendo que las condiciones en que se encuentra el detritus para una misma parcela, se mantiene a lo largo del tiempo y por tanto la variación del volumen es proporcional a la variación del contenido en carbono.

De la muestra de las parcelas de campo, alrededor de 90.000, se ha realizado una depuración de datos en aras de obtener un conjunto de parcelas de las que se tuviera plena certeza de que los valores que proporcionan están de acuerdo a lo que se quiere obtener. Así se han eliminado todas aquellas en las que este dato no aparece (hay que tener en cuenta que este dato es de última categoría en cuanto a importancia del dato en el IFN, no de la estimación), o bien que exista un único dato correspondiente a la medición en un solo ciclo (no podría estimarse la variación). De esta manera se ha trabajado con un total de 53.686, número suficientemente grande para que la estimación esté dentro de unos límites de confianza adecuados.

Para cada parcela de las estudiadas, solo se ha considerado los datos de dos ciclos consecutivos, bien IFN2/IFN3 o IFN3/IFN4. Como se ha dicho la separación entre las medidas consideradas está entre 10 y 12 años, pero no se ha considerado esta diferencia significativa por las pequeñas variaciones anuales que pueden existir y porque la exactitud de la medición supera en muchos casos a las variaciones anuales. La diferencia de altura del detritus que se anota en cada parcela va con su signo, positivo si hay ganancia de altura y negativo en caso de pérdida.

Haciendo la media ponderada de la diferencia de espesor respecto a la superficie que representa cada parcela, se obtiene una media nacional de **0,016**.

Por tanto se puede inferir que la evolución a lo largo del tiempo del depósito de detritus en tierras forestales se mantiene prácticamente constante, por lo que no se puede considerar como fuente de emisión.

A3.3.11.3.- Justificación cualitativa de que los depósitos de detritus y madera muerta no son fuente en las superficies de gestión forestal.

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.²¹
- 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.

²¹ 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, $i = 0, 1, 2...$) con relación a cada año t de referencia del inventario ($t = 1990, 1991..., 2011$) 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.

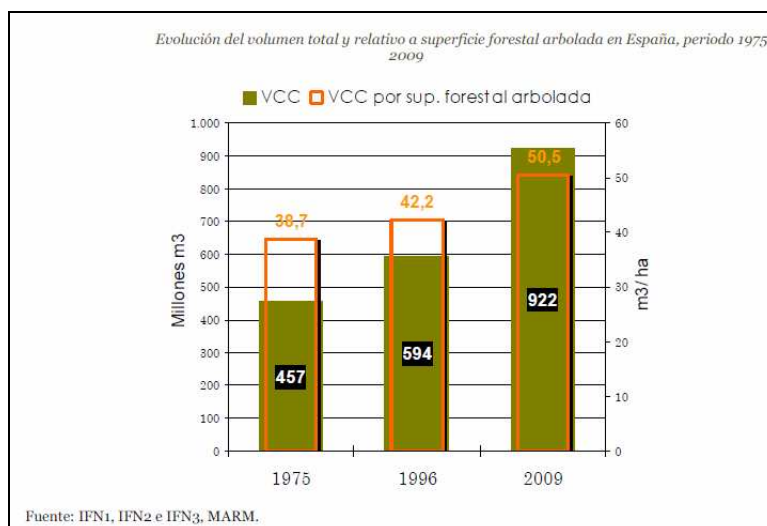
| Inventario Forestal Nacional | Periodo de toma de datos | Fecha de referencia para los datos a nivel estatal |
|------------------------------|--------------------------|--|
| IFN1 | 1966 – 1975 | 1970 |
| IFN2 | 1986 – 1996 | 1990 |
| IFN3 | 1997 – 2007 | 2000 |
| IFN4 | 2008 - (2017) | |

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.

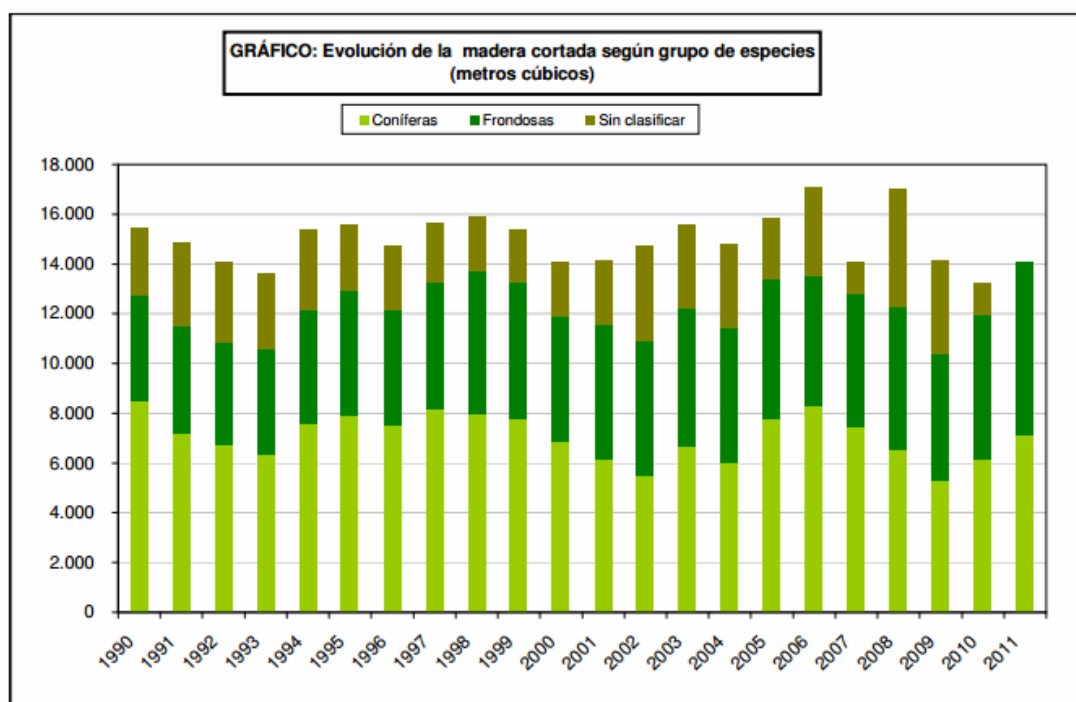


Apoyatura elemento ii)

Según los datos publicados en el Avance del Anuario de Estadísticas Forestales del año 2011, 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 2011.

| 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 |
| 2010 | 6.164 | 5.788 | 1.288 | 13.239 |
| 2011 | 7.115 | 6.978 | - | 14.093 |



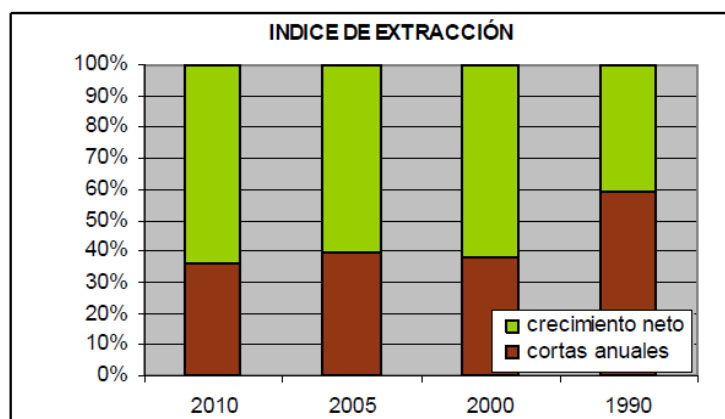
Nota:

Madera sin clasificar:

Diferencia entre las extracciones anuales que se obtienen del Balance de la Madera y las estadísticas oficiales de cortas de las CC.AA.

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.

A3.3.12.- Justificación de que el carbono orgánico del suelo no es fuente de emisiones en las superficies de gestión forestal.

La justificación de que el suelo forestal no constituye una fuente de emisión de carbono se basará en los resultados obtenidos del estudio “Desarrollo del Sistema de Información autonómica sobre el estado de Salud de los Bosques (Sector Reservorio de carbono en los Suelos)”

La información manejada procede del análisis de muestras obtenidas en calicatas realizadas la Red Europea de Seguimiento de Daños de Nivel I y la Red Europea de Seguimiento de Daños de Nivel II. Tanto en la de Nivel I como en la de Nivel II estaba previsto realizar una serie de toma de muestras de suelo cada diez años. En España la primera toma de muestras de suelo se realizó entre los años 1993 y 1995. En los años 2006-2008 se realizó un segundo proceso de toma de muestras. En el transcurso de los años se produjeron modificaciones en el conjunto de los puntos originales: su número aumentó al instalar nuevos puntos y en el caso de que el punto hubiera sufrido alguna perturbación (tala, incendio, etc.) que derivara en la pérdida de todos los pies evaluados se replanteó uno nuevo en sustitución del primero. Así, en total son 448 los puntos de los que se tienen los resultados de carbono en las dos mediciones.

| | Nº puntos muestreados | | | Nº puntos usados en el estudio | |
|----------|-----------------------|-------------|-----------|--------------------------------|-----|
| | 1ª medición | 2ª medición | | | |
| Nivel I | 464 | 616 | nuevos | 163 | 448 |
| | | | repetidos | 453 | |
| Nivel II | 53 | 13 | nuevos | 2 | 11 |
| | | | repetidos | 11 | |
| | | | | | 459 |

La toma de muestras de suelos en ambas redes se hace de acuerdo a unas condiciones establecidas, y los análisis en el laboratorio se realizan según los mismos métodos, de manera que los resultados obtenidos en ambas redes son comparables. Las muestras se han recogido exactamente en las mismas localizaciones hasta una misma profundidad (20 cm.), por lo que la diferencia entre los valores de las muestras en las dos mediciones es un valor real de aumento o disminución del carbono superficial en el suelo.

La comparación se ha hecho parcela a parcela y la conclusión es que la variación del contenido de carbono en suelos forestales a nivel nacional es de un 0,08%. Si se toma el valor anual (intervalo de 13 años) se observa que la variación es despreciable (0,006%) por lo que se puede afirmar que los suelos forestales no constituyen una fuente de emisión de carbono a la atmósfera.

A3.3.13.- Análisis del proceso de regeneración de las superficies quemadas.

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 A3.3.13.1 siguiente.

Tabla A3.3.13.1.- 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 A3.3.13.2 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 A3.3.13.2.- 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 | | | | |
| | | | PAIS 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 A3.3.13.2.- 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 otros usos según se ha identificado a partir de la explotación cartográfica de CORINE-LAND COVER (CLC), Mapa Forestal de España (MFE50) y Mapas de cultivos y Aprovechamientos (MCAs) para el periodo 1990-2005, a la que se incorpora la cartografía de cambios de la FF09 y FF12 para el periodo 2006-2012 (véase epígrafe 7.1.2 para una descripción del procedimiento de estimación de superficies de usos del suelo).

A3.3.14.- Estimación del stock de C en detritus en bosque que permanece como bosque.

La metodología empleada para la estimación del stock de detritus en los bosques españoles se basa en la empleada por Portugal en su Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Se estima que puede ser adecuada al tratarse de un país fronterizo con España y las características de sus masas forestales son, en gran parte, similares a las españolas.

En el NIR (1990-2011) de Portugal, en la página 7.29 se incluye la una tabla (Tabla 7.17) en la que se muestra el stock de detritus (GgC/1000ha; equivalente a tC/ha) para los distintos usos. En la tabla siguiente se indican los que se van a usar para estimar el detritus en el caso español. Se trata de todos los correspondientes a bosque y del valor de “all grassland”, que se aplica con criterio conservador a las áreas temporalmente desarboladas.

| Tipo de bosque | Pinus pinaster | Quercus suber | Eucalyptus spp. | Quercus rotundifolia | Quercus spp. | Otras frondosas | Pinus pinea | Otras coníferas | All grassland |
|------------------------|----------------|---------------|-----------------|----------------------|--------------|-----------------|-------------|-----------------|---------------|
| Detritus (GgC/1.000ha) | 2,96 | 2,04 | 1,85 | 2,04 | 1,85 | 1,85 | 2,41 | 2,96 | 0,41 |

Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Portugal. Fuente de los datos portugueses: Rosa 2009 “estimativa das emissões de gases com efeito de estufa”, tabla 1, página 19, del artículo publicado.

La información de base que han empleado en Portugal para el cálculo del contenido de C en el detritus es un estudio sobre la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero (Rosa, 2009).

Para realizar la transformación del peso seco de la hojarasca (Mg/ha) a carbono (GgC/1000ha) han aplicado el factor de conversión de biomasa seca a C en el detritus proporcionado en la GPG-2003 del IPCC (capítulo 3, página 3.36) CF= 0,370.

Portugal toma la referencia de las guías del IPCC de 2006 (capítulo 2, página 2.26) pero el dato es el mismo.

Cálculo de stock con datos de España

Tabla de valores de tC/ha a utilizar:

Se usarán los datos de la tabla anterior para los tipos de bosque similares. Además, para las masas mixtas de coníferas-frondosas se ha tomado la media de los valores asignados para “otras coníferas” y “otras frondosas”. Se asigna un código para hacer los cálculos.

| Código | Especie | Valor unitario (Gg/1000ha \pm tC/ha) |
|--------|---------------------------|--|
| 1 | Pinus pinaster | 2,96 |
| 2 | Quercus suber | 2,04 |
| 3 | Eucaliptus sp. | 1,85 |
| 4 | Quercus rotundifolia | 2,04 |
| 5 | Quercus spp. | 1,85 |
| 6 | Other broadleaves | 1,85 |
| 7 | Pinus pinea | 2,41 |
| 8 | Other coniferous | 2,96 |
| 9 | All grassland | 0,41 |
| 10 | Shrubland | 4,96 |
| 11 | Other | 2,07 |
| 12 | Media coníferas-frondosas | 2,405 |

Cálculo de superficies:

Para el total de la superficie de bosque para FCC $\geq 20\%$ se calcula el porcentaje de ocupación de cada formación arbolada a partir de los datos del Mapa Forestal de España (MFE). A cada formación arbolada se le asigna un código de la tabla anterior.

Observaciones:

La formación dehesa se ha separado en función de su especie principal en tres grupos: a) Dehesas de Q. ilex/Q. suber, b) Dehesas de otros Quercus y c) Dehesas de otras especies no quercus (en todos los casos son frondosas).

Formación “no arbolado”: se trata de “temporalmente desarbolados”. Con un criterio conservador se ha considerado el valor más bajo (grassland).

Cálculo del stock de detritus:

Con objeto de obtener un valor en toneladas por ha, se multiplica el porcentaje de ocupación de cada formación por el valor unitario en tc/ha, obteniéndose el peso por formación. El valor medio por hectárea será la suma correspondiente al total del Stock del bosque para FCC $\geq 20\%$.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de la aplicación de esta metodología:

| Formación arbolada | Asignación Grupos Portugal (Código) | Valor unitario según grupo asignado (Gg/1000ha \pm tC/ha) | % sup. total según MFE50 | (% sup * valor unitario)/100 |
|---|-------------------------------------|---|--------------------------|------------------------------|
| Sin formación arbolada | 9 | 0,41 | 0,4254 | 0,0017 |
| Hayedos | 6 | 1,85 | 2,4157 | 0,0447 |
| Abetales | 8 | 2,96 | 0,0732 | 0,0022 |
| Bosques mixtos de frondosas en region biogeográfica atlántica | 6 | 1,85 | 1,9349 | 0,0358 |
| Robledal de Quercus robur y Quercus petrae | 5 | 1,85 | 1,5158 | 0,028 |
| Sabinars de Juniperus phoenicia | 8 | 2,96 | 0,2262 | 0,0067 |
| Enebrales | 8 | 2,96 | 0,3915 | 0,0116 |
| Abedulares | 6 | 1,85 | 0,1576 | 0,0029 |
| Acebedas | 6 | 1,85 | 0,0218 | 0,0004 |
| Avellanedas | 6 | 1,85 | 0,0588 | 0,0011 |
| Robledales de roble pubescente | 5 | 1,85 | 0,3398 | 0,0063 |
| Melojares | 5 | 1,85 | 4,7649 | 0,0882 |

| Formación arbolada | Asignación Grupos Portugal (Código) | Valor unitario según grupo asignado (Gg/1000ha±tC/ha) | % sup. total según MFE50 | (% sup * valor unitario)/100 |
|---|-------------------------------------|---|--------------------------|------------------------------|
| Quejigares | 5 | 1,85 | 1,831 | 0,0339 |
| Quejigares de Quercus canariensis | 5 | 1,85 | 0,0342 | 0,0006 |
| Encinares | 4 | 2,04 | 14,7026 | 0,2999 |
| Alcornocales | 2 | 2,04 | 1,5079 | 0,0308 |
| Sabinas albares | 8 | 2,96 | 1,0138 | 0,03 |
| Pinares de pino albar | 8 | 2,96 | 6,0075 | 0,1778 |
| Pinares de pino negro | 8 | 2,96 | 0,5852 | 0,0173 |
| Pinares de pino piñonero | 7 | 2,41 | 2,2956 | 0,0553 |
| Pinares de pino carrasco | 8 | 2,96 | 11,3427 | 0,3357 |
| Pinares de pino salgareño | 8 | 2,96 | 4,0568 | 0,1201 |
| Pinares de pino canario | 8 | 2,96 | 0,452 | 0,0134 |
| Pinsapares | 8 | 2,96 | 0,0087 | 0,0003 |
| Castañares | 6 | 1,85 | 1,0417 | 0,0193 |
| Bosques mixtos de frondosas en region biogeográfica mediterránea | 6 | 1,85 | 4,3115 | 0,0798 |
| Bosques ribereños | 6 | 1,85 | 1,3723 | 0,0254 |
| Dehesa Q ilex/Q suber | 4 | 2,04 | 11,4882 | 0,2344 |
| Dehesa otros quercus | 5 | 1,85 | 0,7026 | 0,013 |
| Dehesa no quercus | 6 | 1,85 | 0,1175 | 0,0022 |
| Acebuchares | 6 | 1,85 | 0,5526 | 0,0102 |
| Laurisilvas macaronésicas | 6 | 1,85 | 0,0209 | 0,0004 |
| Palmerales y Mezclas de palmeras con otras especies | 6 | 1,85 | 0,0052 | 0,0001 |
| Otras especies de producción en Mezclas | 12 | 2,405 | 1,1222 | 0,027 |
| Frondosas alóctonas con autóctonas | 6 | 1,85 | 0,3663 | 0,0068 |
| Madroñales | 6 | 1,85 | 0,1388 | 0,0026 |
| Choperas y plataneras de producción | 6 | 1,85 | 0,5868 | 0,0109 |
| Coníferas alóctonas de gestión (Cupressus sp, otros pinos, etc.) | 8 | 2,96 | 0,0081 | 0,0002 |
| Frondosas alóctonas invasoras | 6 | 1,85 | 0,0219 | 0,0004 |
| Sabinas canarios (Juniperus turbinata) | 8 | 2,96 | 0,0033 | 0,0001 |
| Fayal-Brezal | 6 | 1,85 | 0,1253 | 0,0023 |
| Algarrobales | 6 | 1,85 | 0,0257 | 0,0005 |
| Bosques mixtos de frondosas en region biogeográfica alpina | 6 | 1,85 | 0,1427 | 0,0026 |
| Bosques mixtos de frondosas en region biogeográfica macaronésica | 6 | 1,85 | 0,0436 | 0,0008 |
| Fresnedas | 6 | 1,85 | 0,0719 | 0,0013 |
| Eucaliptales | 3 | 1,85 | 3,417 | 0,0632 |
| Pinares de pino radiata | 8 | 2,96 | 1,3481 | 0,0399 |
| Pinares de pino pinaster en región mediterránea (P.pinaster ssp. mesogeensis) | 1 | 2,96 | 4,8037 | 0,1422 |
| Pinares de pino pinaster en región atlántica (Pinus pinaster ssp. atlántica) | 1 | 2,96 | 1,6633 | 0,0492 |
| Repoblaciones de Quercus rubra | 5 | 1,85 | 0,0238 | 0,0004 |
| Otras coníferas alóctonas de producción (Larix spp., Pseudotsuga spp., etc) | 8 | 2,96 | 0,1568 | 0,0046 |
| Mezclas de coníferas autóctonas con alóctonas | 8 | 2,96 | 0,0759 | 0,0022 |
| Mezclas de coníferas con frondosas, autóctonas con alóctonas | 12 | 2,405 | 0,2067 | 0,005 |
| Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Alpina | 8 | 2,96 | 0,2066 | 0,0061 |
| Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Atlántica | 8 | 2,96 | 0,039 | 0,0012 |
| Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica Mediterránea | 8 | 2,96 | 3,3084 | 0,0979 |
| Mezclas de coníferas autóctonas en la región biogeográfica | 8 | 2,96 | 0,0042 | 0,0001 |
| Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica alpina | 12 | 2,405 | 0,3073 | 0,0074 |
| Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas | 12 | 2,405 | 0,4431 | 0,0107 |

| Formación arbolada | Asignación Grupos Portugal (Código) | Valor unitario según grupo asignado (Gg/1000ha≡tC/ha) | % sup. total según MFE50 | (% sup * valor unitario)/100 |
|---|-------------------------------------|---|--------------------------|------------------------------|
| en la región biogeográfica atlántica | | | | |
| Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea | 12 | 2,405 | 5,5205 | 0,1328 |
| Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica macaronésica | 12 | 2,405 | 0,0428 | 0,001 |
| TOTAL | | | | 2,3489 |

Por lo tanto, el stock medio para España de C será igual a **2,349 tC/ha**.

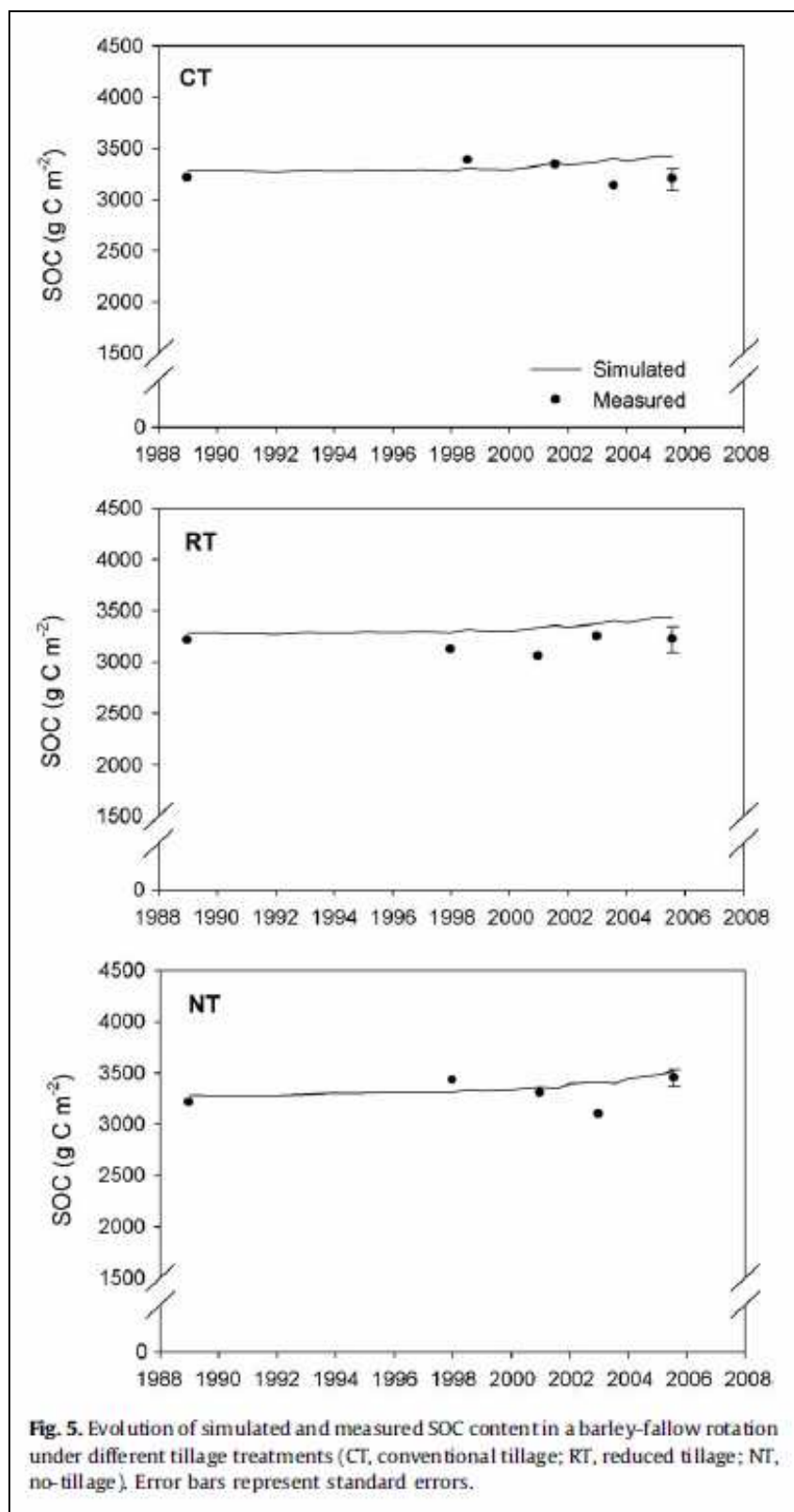
A3.3.15.- Justificación de que los cultivos herbáceos que se mantienen como cultivos herbáceos no son una fuente de emisiones de GEI

Se ha realizado una revisión bibliográfica sobre prácticas de gestión de suelos en cultivos herbáceos en España, de tal manera que los hechos que se exponen a continuación están basados en los artículos publicados en revistas científicas de prestigio internacional.

Se debe partir de la premisa de que los contenidos de materia orgánica en los suelos españoles son bajos, si bien, las prácticas de gestión convencional que se realizan en España no suponen en ningún caso una pérdida de carbono orgánico en los suelos españoles tal y como queda demostrado en los datos que se presentan a continuación. Es más, queda demostrado que en aquellas superficies en las que se han utilizado prácticas de laboreo de conservación (mínimo laboreo o de no laboreo), los contenidos de carbono orgánico se han visto incrementados.

Según Sombrero y Benito (2010) las prácticas de mínimo laboreo o de no laboreo aumentan los contenidos de COS en los suelos. En sus experimentos llevados a cabo durante 10 años en suelos cultivados en los que se comparaban distintas prácticas de gestión de los suelos se ha comprobado que el contenido de COS era muy superior cuando se realizaban prácticas de siembra directa (NT) o superior cuando se realizaba mínimo laboreo (MT) en comparación con la gestión convencional (CT) a lo largo del período de 10 años.

En la siguiente figura de Álvaro et al. (2009) prueban que la gestión de suelos agrícolas en España no es fuente de emisiones, sea cual sea el tipo de manejo, si bien la siembra directa o el laboreo de conservación permiten aumentar el contenido de carbono orgánico de nuestros suelos.



Fuente: Álvaro-Fuentes et al, 2009.

La siguiente tabla de Hernanz et al 2009, vuelve a aportar información sobre lo dicho anteriormente, pues en los experimentos llevados a cabo durante 20 años, el contenido de carbono orgánico no disminuyó en los suelos, aumentando en un 14% en el caso de los suelos con siembra directa.

Table 2
Soil organic carbon concentrations (C_c) (g C kg⁻¹) in each tillage treatment compared at different depths from 1985 to 2005. "El Encín" Experimental Station.

| Year | Depth (cm) | CT | MT | NT | Year | Depth (cm) | CT | MT | NT |
|----------------------------------|------------|-----|-------------------------------|----------------|--------------------|------------|-----|-----|-----|
| SOC (g C kg ⁻¹) | | | | | | | | | |
| 1991 | 0-10 | 6.2 | b ^a A ^b | B ^c | 2002 | 0-10 | 7.1 | cA | AB |
| | 10-20 | 6.0 | aA | B | | 10-20 | 6.5 | abA | AB |
| | 20-30 | 5.5 | aAB | BC | | 20-30 | 6.3 | aA | AB |
| | 30-40 | 4.6 | aB | C | | 30-40 | 6.2 | aA | A |
| | Mean | 5.6 | a | CD | | Mean | 6.6 | ab | AB |
| 1996 | 0-10 | 7.6 | bA | A | 2003 | 0-10 | 6.9 | cA | AB |
| | 10-20 | 7.3 | aA | A | | 10-20 | 6.1 | aAB | B |
| | 20-30 | 7.0 | aA | A | | 20-30 | 6.0 | aAB | ABC |
| | 30-40 | 5.8 | aB | AB | | 30-40 | 4.9 | aB | BC |
| | Mean | 6.9 | ab | A | | Mean | 6.0 | b | BC |
| 1998 | 0-10 | 7.5 | cA | A | 2004 | 0-10 | 7.2 | cA | AB |
| | 10-20 | 6.6 | aAB | AB | | 10-20 | 7.0 | aA | AB |
| | 20-30 | 6.2 | aBC | AB | | 20-30 | 5.5 | aB | BC |
| | 30-40 | 5.1 | aC | ABC | | 30-40 | 4.9 | aB | BC |
| | Mean | 6.3 | b | AB | | Mean | 6.2 | b | BC |
| 2000 | 0-10 | 7.2 | cA | AB | 2005 | 0-10 | 7.2 | cA | AB |
| | 10-20 | 6.3 | aA | AB | | 10-20 | 6.5 | aA | AB |
| | 20-30 | 6.1 | aAB | AB | | 20-30 | 6.0 | aA | ABC |
| | 30-40 | 5.0 | aB | BC | | 30-40 | 4.7 | aB | BC |
| | Mean | 6.2 | b | BC | | Mean | 6.1 | b | BC |
| Mean tillage × depth (1996-2005) | | | | | Initial conditions | | | | |
| | 0-10 | 7.2 | cA | | 1985 | 0-10 | 6.4 | aA | AB |
| | 10-20 | 6.6 | aB | | | 10-20 | 5.9 | aAB | B |
| | 20-30 | 6.1 | aB | | | 20-30 | 4.8 | aBC | C |
| | 30-40 | 5.2 | aC | | | 30-40 | 4.2 | aC | C |
| Mean tillage (1996-2005) | | | | | Mean | | | | |
| | | 6.3 | b | | | | 5.3 | a | D |
| | | | | 6.2 | | | | | 5.3 |
| | | | | b | | | | | a |
| | | | | | | | | | C |

CT, conventional tillage; MT, minimum tillage; NT, no-tillage.
^a Means in each row followed by the same lower case letter are not significantly different between tillage treatments at the same depth ($P < 0.01$).
^b Means in each column followed by the same upper case letter are not significantly different between depths for the same treatment and year ($P < 0.01$).
^c Means in each column followed by the same upper case letter are not significantly different between years at the same tillage treatment and depth ($P < 0.01$).

Fuente: Hernanz et al, 2009

La siguiente figura, muestra de nuevo que las prácticas que se vienen realizando no empeoran el contenido de carbono orgánico de los suelos con cultivos herbáceos.

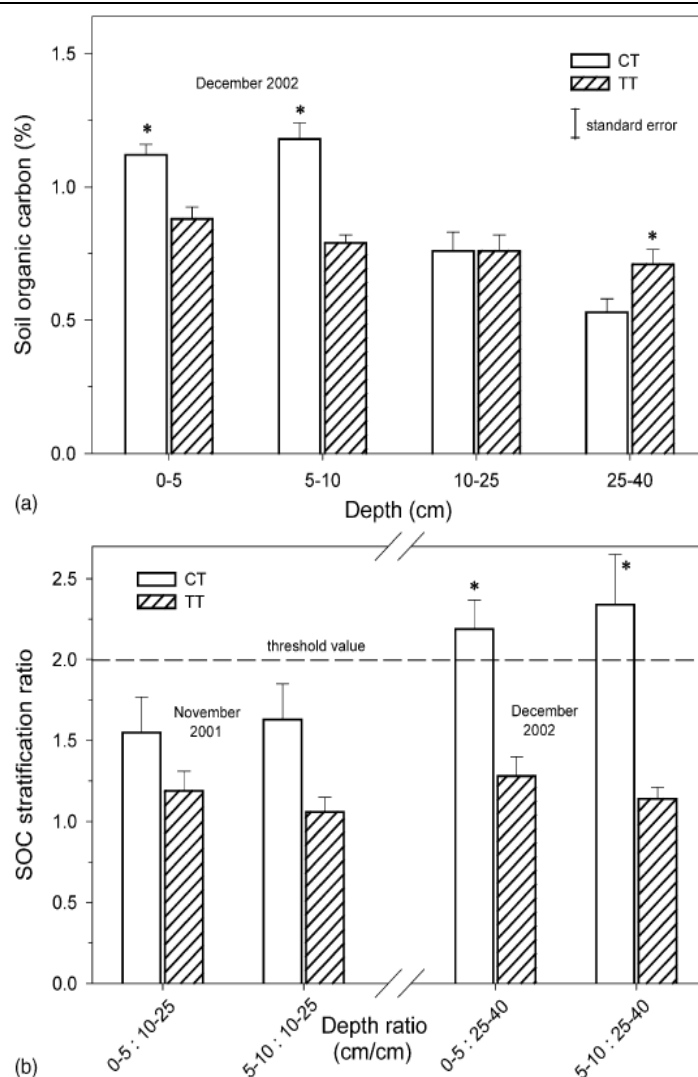


Fig. 1. Soil organic carbon (SOC) content (a) and SOC stratification ratio (b) in conservation tillage (CT) and traditional tillage (TT). Significant differences ($p < 0.05$) for paired values are indicated by an asterisk.

Fuente: Moreno et al, 2006.

Se concluye, por tanto, que las prácticas de gestión de suelos en cultivos herbáceos en España no suponen emisiones (no son fuente) y que las prácticas de mínimo laboreo o de siembra directa contribuyen a aumentar el contenido de materia orgánica de los suelos.

Artículos consultados:

- *Alvaro-Fuentes et al., 2009.* Tillage and cropping effects on soil organic carbon in Mediterranean semiarid agroecosystems: Testing the Century model. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 134 (2009) 211–217

- *Hernanz et al., 2009.* Soil carbon sequestration and stratification in a cereal/leguminous crop rotation with three tillage systems in semiarid conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133 (2009) 114–122
- *Moreno et al., 2006.* Long –term impact of conservation tillage on stratification ratio of soil organic carbon and loss of total and active CaCO₃. *Soil & Tillage Research* 85 (2006) 86–93
- *Sombrero y Benito, 2010.* “Carbon accumulation in soil. Ten-year study of conservation tillage and crop rotation in a semi-arid area of Castile-Leon, Spain”. *Soil & Tillage Research* 107 (2010) 64–70.
- *Nieto, 2010 .* Simulation of soil organic carbon stocks in a Mediterranean olive grove under different soil-management systems using the RothC model. *Soil Use and Management*, June 2010, 26, 118–125
- *Alvaro Fuentes, 2011 .* Potential soil carbon sequestration in a semiarid Mediterranean agroecosystem under climate change: Quantifying management and climate effects. *Plant Soil* (2011) 338:261–272
- *Lopez-Bellido et al., 2010.* Carbon Sequestration by Tillage, Rotation, and Nitrogen Fertilization in a Mediterranean Vertisol. *Agronomy Journal*.