

### 3. INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

#### 3.1. Introducción

Uno de los principales compromisos que tienen los estados partes ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) es la elaboración, actualización periódica, publicación y facilitación a la Conferencia de las Partes, inventarios nacionales de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal.

Durante el proceso de elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) se encontraron algunos obstáculos para la aplicación de la metodología establecida, principalmente por falta de datos (datos de las actividades y factores de emisiones locales en los sectores más relevantes), recurriéndose en estos casos al “juicio de expertos”. Ejemplo de ello fue la falta de sistematización de los datos del sector forestal, por carecer éste de un inventario forestal, por lo que para cuantificar el avance de la frontera agrícola, cantidad de tierras en abandono, etc., fue necesario realizar un taller nacional de consulta con la participación de expertos nacionales del sector. También, se utilizaron factores de emisiones por defecto proporcionados por las guías metodológicas del IPCC<sup>12</sup>.

El INGEI evalúa la situación particular del país ante los problemas de deterioro ambiental causantes del cambio climático, a fin de identificar medidas de mitigación y adaptación a ser consideradas en el establecimiento de políticas nacionales encaminadas fundamentalmente a la aplicación del Mecanismos de Desarrollo Limpio.

El INGEI fue revisado por el Centro de Colaboración de la UNEP sobre medio Ambiente y Energía con sede en Dinamarca, por gestiones del Programa de Apoyo a las Comunicaciones Nacionales del GEF/PNUD. Las observaciones realizadas por este centro, fueron consideradas en el documento final. Este fue elaborado con base a las directrices metodológicas del IPCC (versión revisada 1996) y presenta de la mejor manera posible las emisiones y absorciones de los GEI de la República de Nicaragua, para el año de referencia 1994.

El Gobierno de Nicaragua, a través del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), en cumplimiento de sus compromisos ante la CMNUCC, presenta la primera referencia para el año 1994 sobre las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en los sectores: Energía, Procesos Industriales, Desperdicios, Agricultura, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura.

#### 3.2. Emisión y absorción anual neta de gases de efecto invernadero

El INGEI cuantifica las emisiones de GEI por categorías de fuentes y sumideros en los siguientes sectores: Energía, Procesos Industriales, Desperdicios, Agricultura, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (CUTS). El Cuadro 3.1, muestra el resumen de la emisión y absorción anual neta de GEI para cada uno de los sectores incluidos en el INGEI.

<sup>12</sup> Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.

**Cuadro 3.1** Emisión y absorción anual neta de GEI (Gg.). Nicaragua, 1994

Sectores	GASES						
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO	NO <sub>x</sub>	COVDM	SO <sub>2</sub>
Energía	2,373.54	12.10	0.20	250.05	16.97	31.85	-
Procesos Industriales	354.84	-	-	-	-	9.31	4.59
Agricultura	-	171.18	2.18	54.58	1.61	-	-
CUTS	-14,784.09	74.73	0.51	653.86	18.57	-	-
Desechos	-	13.38	0.18	-	-	-	-
<b>Total Nacional</b>	<b>-12,055.71</b>	<b>271.39</b>	<b>3.07</b>	<b>958.49</b>	<b>37.15</b>	<b>41.16</b>	<b>4.59</b>

Debido a que el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) influyen con distinta capacidad en el balance energético del sistema Tierra-Atmósfera, se ha establecido la contribución relativa de cada uno de ellos al efecto total en distintos escenarios de tiempo. Para tal fin se determinó el parámetro Potencial de Calentamiento Global, el cual relaciona las emisiones de CO<sub>2</sub> necesaria para crear el mismo efecto de calentamiento global que provocaría la emisión de la unidad masa de dicho gas para un período de tiempo determinado.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, pueden tener al cabo de 100 años un efecto equivalente de las emisiones de 24.5 veces y 320 veces respectivamente de CO<sub>2</sub>. En el Cuadro 3.2, se presenta el resumen de las emisiones y absorciones de los tres GEI principales en Gigagramos de CO<sub>2</sub> equivalente en 100 años.

**Cuadro 3.2.** Resumen de emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> equivalente de los principales gases de efecto invernadero, para el año 1994 (Gg).

Sectores	GEI			TOTAL CO <sub>2</sub> equivalente (100 años)	
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Emisión	Absorción
Energía	2,373.54	296.45	64.00	2,733.99	
Procesos Industriales	354.84			354.84	
Agricultura		4,193.91	697.60	4,891.51	
CUTS	-14,784.09	1,830.89	163.20		-12,790.00
Desechos		327.81	57.60	385.41	
<b>BALANCE</b>	<b>-12,055.71</b>	<b>6,649.06</b>	<b>982.40</b>	<b>8,365.75</b>	<b>4,424.25</b>

### El bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por las actividades de carácter antropogénico han afectado el balance entre fijaciones y emisiones aumentando la concentración de este gas en la atmósfera y provocando aumento en la temperatura media mundial en los últimos 150 años.

En Nicaragua las principales causas de emisiones de CO<sub>2</sub> son la deforestación como consecuencia de la expansión de la agricultura y la ganadería; los incendios forestales, la combustión de biomasa y, combustibles fósiles y los huracanes.

### 3.3. Emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía

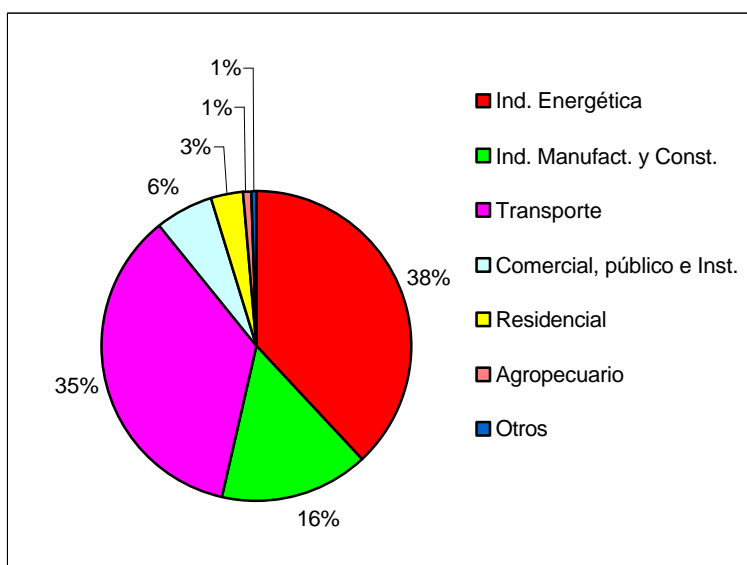
El total de emisiones de CO<sub>2</sub> (Cuadro 3.1) del sector Energía fue de 2,373.54 Gg emitidos por los siguientes subsectores: Industria Energética (902.62), Industria de Manufactura y Construcción (368.94), Transporte (841.57), Comercial, Público e Institucional (150.9), Residencial (75.06), Agropecuario (20.39) y Otros (14.06).

La Industria Energética emitió el 38% del total de emisiones del sector, producidas durante el proceso de generación de energía y la quema de combustibles fósiles para la transformación de energía primaria a secundaria (refinación del petróleo importado).

El transporte (35%) y la Industria Manufacturera y Construcción (16%) ocupan el segundo y tercer lugar en emisiones de gases de efecto invernadero, debido a la combustión de gasolina y diesel oil de vehículos automotores; y al consumo de hidrocarburos para el desarrollo de actividades propias de las diferentes industrias respectivamente.

El subsector Comercial, Público e Institucional generó el 6% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del Sector debido al uso de gasolina, diesel oil y gas licuado del petróleo. Los subsectores restantes residencial, agropecuario y otros ocupan el 5% del total de emisiones. Se excluyen las emisiones producto del consumo de leña por ser estas contabilizadas en el Sector Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura (CUTS). Ver Figura 3.1.

**Figura 3.1.** Emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía por subsector (%) para 1994.



### 3.4. Emisiones de CO<sub>2</sub> del sector procesos industriales

Las actividades industriales que contribuyeron a las emisiones de GEI en 1994 fueron: la producción de cemento, cal, piedra caliza, producción de asfalto, hormigón, carburo de calcio, pan y alimentos.

Las emisiones totales de CO<sub>2</sub> en el sector Procesos Industriales fueron de 354.84 Gg, de las cuales la producción de cemento constituye la principal fuente de emisión con 336.67 Gg, las emisiones del resto de los subsectores antes mencionados alcanzaron en conjunto 18.17 Gg.

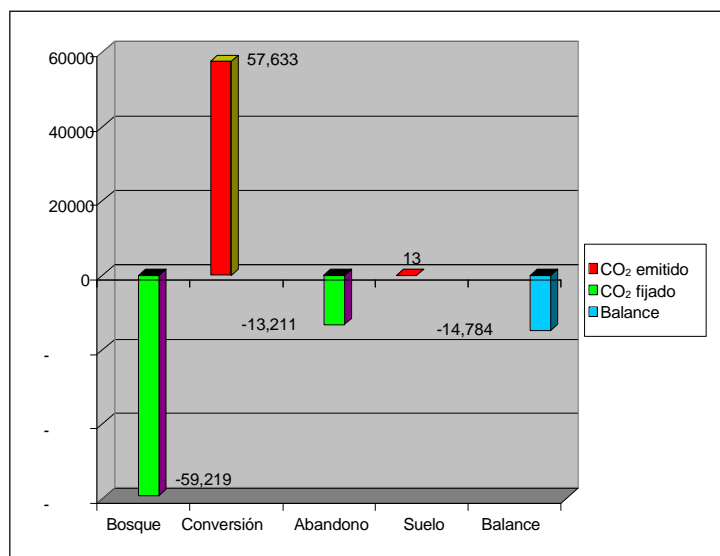
### 3.5. Emisión y absorción de CO<sub>2</sub> del sector cambio en el uso del suelo y silvicultura

La cubierta vegetal de carácter permanente constituye uno de los más importantes sumideros del carbono atmosférico, el cual es fijado en su estructura por fotosíntesis, liberándose simultáneamente oxígeno.

Este Sector se caracterizó por una emisión de 57,632.67 Gg de CO<sub>2</sub> por conversión de bosques en praderas, actividad mediante la cual se tala el bosque para transformar la tierra en áreas de pastoreo o agrícolas, más 12.97 Gg emitidos por la descomposición de material orgánico en los suelos, totalizan una emisión neta de 57,645.64 Gg de CO<sub>2</sub>.

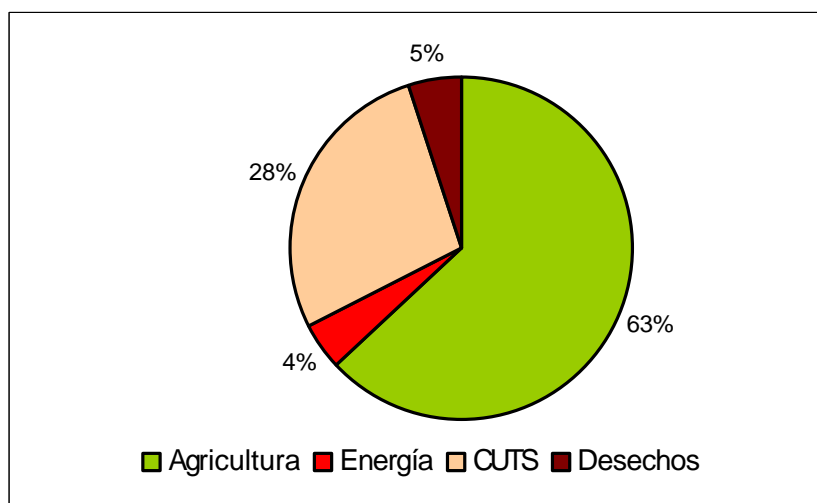
Por el contrario la fijación total de CO<sub>2</sub> se estimó en 72,429.73 Gg: de los cuales 59,218.65 Gg debido al crecimiento del bosque y consecuentemente al proceso fisiológico de la fotosíntesis de las plantas, por abandono de tierras cultivadas se fijaron 13,211.08 Gg de CO<sub>2</sub> debido a la regeneración natural en los suelos que han sido abandonados de la actividad agrícola. Resultando un balance de 14,784.09 Gg de CO<sub>2</sub> fijados en este Sector (Figura 3.2).

**Figura 3.2.** Balance de emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> del sector CUTS (Gg) para 1994.



### 3.6 Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>)

Se estima que las emisiones netas de metano en Nicaragua para 1994 fueron de 271.39 Gg, siendo los Sectores emisores: Agricultura (171.18 Gg), CUTS (74.73 Gg), Desechos (13.38 Gg) y Energía (12.10 Gg). La Figura 3.3, muestra la distribución porcentual de las emisiones de metano por sectores.

**Figura 3.3.** Distribución de las emisiones de CH<sub>4</sub> por sectores (%) para 1994.

El Sector Agricultura participó con el 63% del total de las emisiones, el Sector CUS fue la segunda fuente de emisión con el 28% del total, y los Sectores Desechos y Energía que contribuyeron con el 5 y 4% respectivamente.

Las principales causas de las emisiones de metano para los diferentes sectores en el ámbito nacional se presentan en el Cuadro 4.3.

**Cuadro 3.3.** Resumen de las principales fuentes de emisión de metano por sectores.

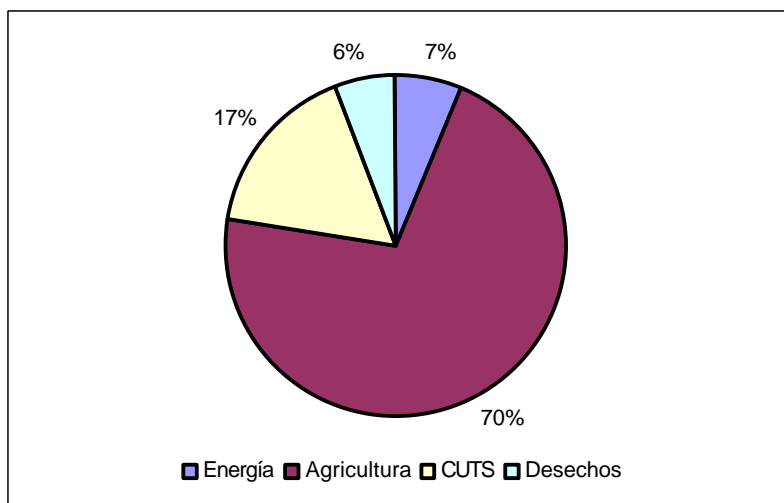
Sector	Causas de las emisiones de CH <sub>4</sub>
<b>Agricultura</b>	Es el principal emisor de metano a nivel nacional (171.18 Gg), proveniente casi exclusivamente de la fermentación entérica del ganado durante el proceso de alimentación – digestión, con 153 Gg; la segunda fuente en importancia es el cultivo de arroz por inundación con 9.81 Gg. En menor proporción contribuyen el manejo de estiércol (5.4 Gg), la quema de residuos agrícolas (1.8 Gg) y la quema prescrita de sabanas (0.64 Gg).
<b>CUS</b>	El Sector Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura liberó un total de 74.73 Gg de metano durante el año 1994 por conversión de bosques en praderas. Este gas es liberado fundamentalmente durante la quema de biomasa in situ.
<b>Desechos</b>	En este Sector se contabilizaron las emisiones de metano originadas en los vertederos de residuos sólidos (11.34 Gg) y aguas residuales domésticas e industriales (2.04 Gg).
<b>Energía</b>	Las emisiones de metano en este Sector dependen básicamente de las condiciones particulares en que son quemados los combustibles, el tipo de combustible utilizado, tecnologías de control, mantenimiento y tiempo de uso de los equipos. Siendo el total global de emisiones del Sector de 12.10 Gg.

### 3.7 Emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

El fertilizante que no es removido por las plantas contribuye a las emisiones de N<sub>2</sub>O al ser arrastrado por las lluvias hacia los mantos acuíferos o cuerpos de agua superficiales, cuando es objeto de denitrificación. También, las malas prácticas agrícolas, la forma de aplicar los fertilizantes, altas cantidades de biomasa inmóvil y los desechos humanos provocan emisiones de N<sub>2</sub>O.

Nicaragua emitió en 1994 un total de 3.07 Gg de N<sub>2</sub>O distribuidos de la siguiente forma: Energía — 0.20; Agricultura — 2.18; CUTS — 0.51; y Desechos — 0.18 Gg respectivamente. El Sector Agricultura es la principal fuente de emisión de N<sub>2</sub>O con el 70% de las emisiones totales del país, siendo el responsable de éstas los cultivos en suelos agrícolas. El Sector CUTS ocupa el segundo lugar con 17% de las emisiones nacionales de dicho gas, debido a la quema de bosques. Los Sectores que producen menos emisiones de este gas son Energía (7%) y Desechos (6%); en el primer caso las emisiones están relacionadas con el sistema de quema de los combustibles y en el segundo por el consumo de proteínas de la población ( Fig. 3.4).

**Figura 3.4.** Distribución porcentual de las emisiones de N<sub>2</sub>O por sectores para 1994.

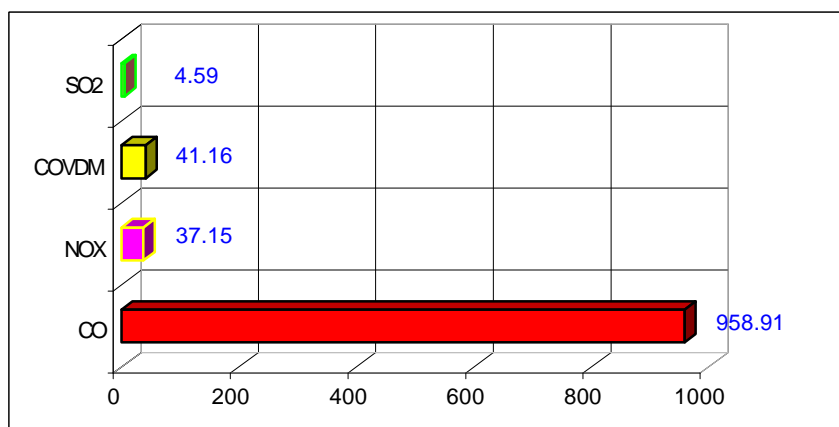


### 3.8 Emisiones de GEI (SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO) distintos a los principales

Además de realizar el inventario de los tres GEI principales y en función de la disponibilidad de la información nacional, se cuantificaron las emisiones de Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos al Metano (COVDM) y Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>). El total de emisiones de estos gases y su distribución por sectores se muestra en el Cuadro 3.1. La Fig. 3.5, presenta las emisiones netas de estos gases en Gg, para 1994.

Las mayores emisiones corresponden al monóxido de carbono con 958.91 Gg, provenientes principalmente del Sector CUTS (653.86) por la deforestación y quema de los bosques; y del Sector Energía (250.05 Gg) por la combustión incompleta de los combustibles, siendo el sub-sector residencial el mayor emisor, debido al uso de leña en los hogares en fogones abiertos.

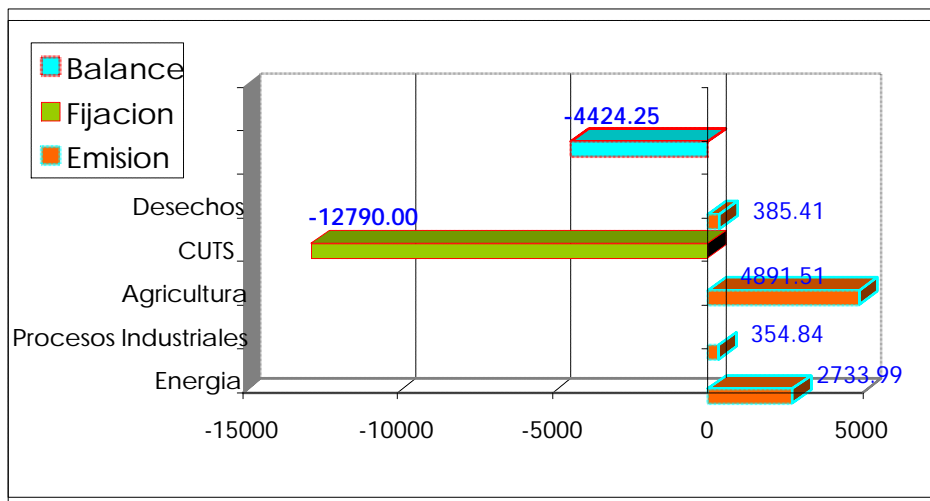
Figura 3.5. Emisiones de GEI distintos a los gases principales (Gg) para 1994.



### 3.9. Balance de emisiones y fijaciones de CO<sub>2</sub> equivalente

Nicaragua posee aún en relación con su territorio considerables extensiones boscosas, además de miles de hectáreas de suelos agrícolas en abandono, en algunos casos por más de 20 años; debido a estas circunstancias el país resultó ser fijador de GEI. De conformidad al balance de emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub>—equivalente (Fig. 3.6), el territorio nacional posee una capacidad de fijación de 4,424.25 Gg de CO<sub>2</sub> (4.42 millones de toneladas) para el año de referencia 1994.

A pesar de que el Sector CUTS fijó una considerable cantidad de CO<sub>2</sub> que sitúa a Nicaragua en la posición de país fijador de GEI, si se continúa con la situación actual sin medidas de mitigación, la cantidad de emisiones de GEI en un futuro próximo será mayor que la capacidad de fijación actual, debido principalmente al vertiginoso avance de la frontera agrícola y a la deforestación.

Figura 3.6. Balance de emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> equivalente (Gg) por sectores para el año 1994.

### 3.10 Incertidumbres del inventario nacional de gases de efecto invernadero

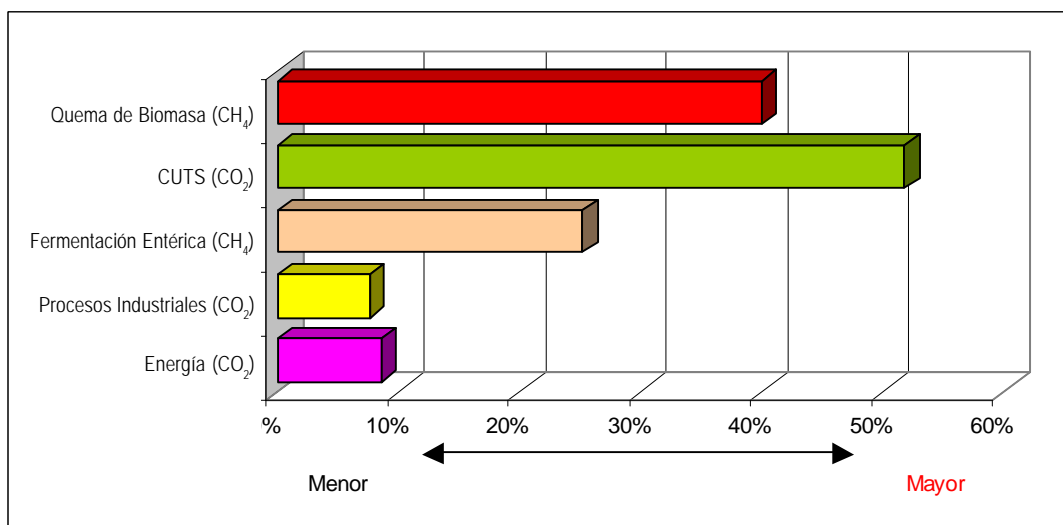
Las incertidumbres son inevitables en cualquier estimación nacional de emisiones y absorciones de GEI. Este módulo está destinado a la presentación del grado de confianza de los resultados del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.

Para la realización de los cálculos de las emisiones de GEI de los diferentes sectores del inventario, se utilizaron factores de emisión tomados de las Directrices del IPCC; por lo que se concluye que las incertidumbres de los factores de emisión son las establecidas por defecto en dicho documento.

Las evaluaciones de metano presentan incertidumbres considerables, principalmente por la quema de biomasa (40%), disminuyendo con respecto a los gases emitidos por la fermentación entérica (25%).

Los cálculos de las emisiones de CO<sub>2</sub> (Fig. 3.7) provenientes de la industria cementera en los procesos industriales son los de mayor confiabilidad (7.61%), seguidos de los cálculos realizados en el sector Energía que ocupan el segundo lugar con una incertidumbre del 8.6%.

Figura 3.7. **Cuantificación de las incertidumbres del inventario en porcentaje (%).**



Los resultados con mayores incertidumbres son los del Sector CUTS (52%), los cuales están relacionados con la emisión y fijación de CO<sub>2</sub>, por lo tanto éste se constituye en uno de los sectores prioritarios para mejorar el inventario en futuras evaluaciones.

El Inventario ha sido elaborado de la mejor forma posible y la valoración de las incertidumbres actuales, servirán como indicadores para profundizar en el estudio de los sectores con mayores imprecisiones.