INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE ESPAÑA AÑOS 1990-2008

COMUNICACIÓN A LA COMISIÓN EUROPEA

Decisiones 280/2004/CE y 2005/166/CE

Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino

Secretaría de Estado de Cambio Climático

Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental

Unidad de Información Ambiental Estratégica

Marzo de 2010

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO RE.1

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

RE.2 Tendencias agregadas de emisiones y absorciones RE.5

RE.3 Tendencias de las emisiones por gas y sector RE.9

RE.4 Tendencia de otros gases de efecto invernadero indirecto RE.13

1 INTRODUCCIÓN 1.1

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

1.2 Descripción de los arreglos institucionales, legales y procedimentales adoptados para la planificación, preparación y gestión del inventario 1.5

1.3 Preparación del Inventario 1.16

1.4 Descripción general de las metodologías y las fuentes de datos utilizadas 1.27

1.5 Breve descripción de las categorías clave 1.35

1.6.- Información sobre el plan de control y garantía de calidad 1.39

1.7.- Evaluación general de la incertidumbre 1.52

1.8.- Evaluación general de la exhaustividad 1.55

Apéndice 1.1.- Lista de comprobación de los contenidos a informar sobre el SEI y los cambios en el mismo 1.58

Apéndice 1.2.- Formulario específico para el levantamiento de la confidencialidad de la información 1.59

2 TENDENCIAS DE LAS EMISIONES 2.1

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

2.2 Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones por gases (excluido LULUCF) 2.8

2.3 Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones por sectores (excluido LULUCF) 2.13

2.4 Descripción e interpretación de las tendencias para los gases de efecto invernadero indirecto (excluido LULUCF) 2.18

2.5 Emisiones y absorciones del sector LULUCF-PK 2.20

3 ENERGÍA 3.1

3.1 Panorámica del sector 3.1
3.2 Producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a) 3.14
3.3 Refinerías de petróleo (1A1b) 3.26
3.4 Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c) .. 3.32
3.5 Combustión en la industria (1A4) 3.40
3.6 Tráfico aéreo nacional (1A3a) 3.59
3.7 Transporte por carretera (1A3b) 3.65
3.8 Tráfico marítimo nacional (1A3d) 3.92
3.9 Combustión en otros sectores (1A4) 3.98
3.10 Emisiones fugitivas – combustibles sólidos (1B1) 3.114
3.11 Emisiones fugitivas – petróleo y gas natural (1B2) 3.123
3.12 Industrias de la producción y transformación de energía (1A1) 3.140
3.13 Otras fuentes 3.143

4 PROCESOS INDUSTRIALES 4.1

4.1 Panorámica del sector 4.1
4.2 Producción de cemento (2A1) 4.7
4.3 Uso de piedra caliza y dolomita (2A3) 4.11
4.4 Producción de hierro y acero (2C1) 4.15
4.5 Procesos industriales (2 excepto 2A1, 2A2, 2A3 y 2C1) 4.22
4.6 Producción de ácido nítrico (2B2) 4.32
4.7 Producción de aluminio (2C3) 4.36
4.8 Fabricación de HCFC-22 (2E1) 4.41
4.9 Consumo de halocarburos y SF_6 (2F) 4.43
4.10 SF_6 en equipos eléctricos (2F8) 4.48
4.11 Otras fuentes 4.51

5 USO DE DISOLVENTES Y USO DE OTROS PRODUCTOS 5.1

5.1 Panorámica del sector 5.1
5.2 Uso de disolventes y otros productos (3) 5.3

6 AGRICULTURA 6.1

6.1 Panorámica del sector 6.1
6.2 Fermentación entérica en ganado doméstico- CH_4 (4A) 6.9
6.3 Gestión de Estiércoles - CH_4 (4B) 6.19
6.4 Suelos Agrícolas - N_2O (4D) 6.25
6.5 Gestión de Estiércoles - N2O (4B) 6.35
6.6 Otras fuentes clave 6.41

7 USO DE LA TIERRA, CAMBIOS DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA 7.1

7.1 Panorámica del sector 7.1
7.2 Sistemas forestales. Bosques (5A) 7.16
7.3 Cultivos agrícolas (5B) 7.39
7.4 Pastizales (5C) 7.54
7.5 Humedales (5D) 7.60
7.6 Asentamientos (5E) 7.62
7.7 Otras tierras (5F) 7.68
7.8 Otros 7.70
7.9 Emisiones directas de N_2O por fertilizaciones de N en bosques y otros 7.70
7.10 Emisiones de gases distintos del CO_2 por drenaje de suelos forestales y humedales 7.70
7.11 Emisiones de N_2O por alteraciones asociadas con conversión de otros usos de tierra a tierras agrícolas 7.70
7.12 Emisiones de CO_2 por aplicación de enmiendas calizas en agricultura 7.70
7.13 Quema de biomasa 7.70
Referencias 7.71
Apéndice 7.1 ..... 7.73

8 RESIDUOS 8.1

8.1 Panorámica del sector 8.1
8.2 Depósito en vertederos – CH_4 (6A) 8.9
8.3 Tratamiento de las aguas residuales de origen industrial y residencial-comercial – CH_4 (6B) 8.23
8.4 Otras fuentes no clave 8.32

10 NUEVOS CÁLCULOS Y MEJORAS 10.1

10.1 Explicación y justificación de los nuevos cálculos 10.1
10.2 Implicaciones en los niveles de emisión 10.2
10.3 Implicaciones en las tendencias de las emisiones..... 10.16
10.4 Realización de nuevos cálculos y mejoras previstas en el inventario..... 10.24
Apéndice 10.1 ..... 10.33

11 SECTOR LULUCF PARA PROTOCOLO DE KIOTO (LULUCF-PK) 11.1

11.1 Información general 11.1
11.2 Información relacionada con el suelo..... 11.6
11.3 Información específica por actividades 11.13
11.4 Artículo 3.3 ..... 11.26
11.5 Artículo 3.4 ..... 11.30
11.6 Otra información 11.37
11.7 Información relativa al Artículo 6 ..... 11.38

12 INFORMACIÓN RELATIVA A LA CONTABILIDAD DE UNIDADES DEL PROTOCOLO DE KIOTO 12.1

12.1 Introducción y antecedentes 12.1
12.2 Información presentada a través de las tablas SEF 12.1
12.3 Discrepancias y notificaciones 12.2
12.4 Información accesible al público 12.4
12.5 Cálculo de la reserva para el período de compromiso (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 18) 12.6

13. INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL SISTEMA ESPAÑOL DE INVENTARIO (SEI) 13.1

14 INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL REGISTRO NACIONAL Y OTRA INFORMACIÓN RELATIVA AL REGISTRO NACIONAL 14.1

14.1 Introducción y antecedentes 14.1
14.2 Información sobre cambios en el Registro Nacional 14.2
14.3 Información sobre recomendaciones de revisiones previas 14.12

15 INFORMACIÓN SOBRE LA MINIMIZACIÓN DE EFECTOS ADVERSOS DE ACUERDO AL ART 3.14 DE PROTOCOLO DE KIOTO 15.1

Anexo 1.- categorías clave A1.1

Anexo 2 Examen detallado de la metodología y los datos para estimar las emisiones de CO_2 procedentes de la quema de combustibles fósiles A2.1

Anexo 3.- Otras descripciones metodológicas detalladas de determinados sectores A3.1
Anexo 4.- Enfoque de referencia y su comparación con el enfoque sectorial A4.1
Anexo 5.- Evaluación de exhaustividad A5.1
Anexo 6.- Información adicional considerada como parte del informe sobre el inventario .A6.1
Anexo 7.- Evaluación de incertidumbre.....A7.1
Anexo 8.- factores de emisión de CO_2 y PCI de los combustibles.....A8.1

UNIDADES Y CONVERSIONES

Sistema internacional de unidades

Potenciales de calentamiento atmosférico

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN EJECUTIVO

En este capítulo se presenta un breve resumen de los aspectos más destacados del "Inventario General de Gases de Efecto Invernadero de España 1990-2008" y de la información suplementaria sobre las actividades de "Uso del suelo, cambios de uso del suelo y forestal" (LULUCF) requerida por el Protocolo de Kioto.

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

RE.1.1.- Cambio climático

A partir de la década de los 80 del siglo pasado empieza a ocupar una importancia creciente, tanto en la sensibilidad de la población como en la agenda de los responsables políticos, la consideración de la influencia que las actividades humanas pueden estar ejerciendo sobre el cambio climático. Como respuesta a estos planteamientos se crea en el año 1988 el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) con el objetivo de estudiar en profundidad el fenómeno del cambio climático, sus causas, efectos, y políticas de prevención y adaptación al mismo. En el plano político, y en el marco de Naciones Unidas, se adoptó en el año 1994 el Convenio Marco sobre Cambio Climático al que se han ido adhiriendo sucesivamente países de los distintos contextos y ámbitos geográficos. Un salto cualitativo importante en esta línea fue el establecimiento, en el año 1997, del Protocolo de Kioto con el que los países de la Unión Europea y otros países industrializados (los llamados países del Anexo I) se comprometieron a limitar las emisiones de gases que influyen en el calentamiento global de la atmósfera y que no eran objeto del Protocolo de Montreal, compromiso que se concretó en una reducción del 5% de las emisiones de estos gases en el periodo 2008-2012 con relación a sus niveles en el año 1990. La Unión Europea, con un planteamiento más ambicioso, se comprometió a una reducción en el mismo periodo del 8%.

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

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

de las emisiones antropogénicas de estos gases como objetivo instrumental para conseguir la reducción de sus concentraciones en la atmósfera hasta niveles que no impliquen efecto en el calentamiento global atmosférico atribuible a las actividades humanas.

Las cantidades emitidas de estos gases y sus potenciales de calentamiento son muy variables según las sustancias consideradas. En cuanto a las cantidades emitidas, el dominante es, en España y en la mayoría de los países, el CO_2, y con cifras significativas el CH_4 y N_2O, mientras que el efecto de los gases fluorados, todavía limitado, es objeto de especial interés dados sus altos potenciales de calentamiento atmosférico y el hecho de que para determinadas especies las emisiones muestren actualmente una trayectoria expansiva.

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

RE.1.2.- Inventario de gases de efecto invernadero

Esta sección hace referencia al Inventario General de Gases de Efecto Invernadero (GEI), edición correspondiente al año 2010, serie anual 1990-2008, que España presenta a la Comisión de la Unión Europea, en cumplimiento de lo establecido en las Decisiones del Parlamento y Consejo Europeos 280/2004/CE y 2005/166/CE. Una edición idéntica de este Informe del Inventario Nacional (IIN), pero como documento diferenciado, se remite posteriormente a la Secretaría de la Convención Marco sobre Cambio Climático (SCMCC) y al Protocolo de Kioto. La presentación de los inventarios se realiza siguiendo las directrices para informes que quedaron plasmadas en el documento FCCC/SBSTA/2006/9[1] y en el documento de actualización denominado "Esquema Anotado para el Informe de Inventario Nacional que incluye los elementos referentes al Protocolo de Kioto[2]", elaborados ambos por la SCMCC. La presentación de las tablas de los inventarios en formato electrónico que acompañan a este informe se ha realizado utilizando el software habilitado al efecto (CRF Reporter, versión 3.3.22) por la SCMCC para la cumplimentación del Formulario Común para Informes (FCI) y que incluye también las tablas específicas para informar al Protocolo de Kioto.

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

[1] http://unfccc.int/resource/docs/2006/sbsta/eng/09.pdf

[2] http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/reporting_requirements/application/pdf/annotated_nir_outline.pdf

En cuanto a las substancias objeto del inventario, la información de las tablas FCI se presenta tanto en unidades de masa de cada gas como en masa de dióxido de carbono equivalente (CO_2-eq) para cada una de las sustancias consideradas en el Anexo A del Protocolo de Kioto, que incluye los seis gases o grupos de gases con efecto directo sobre el calentamiento atmosférico siguientes: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC), y hexafluoruro de azufre (SF_6). Adicionalmente, se presentan las emisiones estimadas de los tres gases siguientes con efecto indirecto sobre el calentamiento atmosférico: óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), así como de los óxidos de azufre (SO_x), en masa de cada uno de ellos. Dentro de la categoría 5 de IPCC "Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura" se estiman las variaciones de carbono, y las emisiones o absorciones de CO_2 asociadas a ellas, para los distintos depósitos de carbono y las emisiones de otros gases (no-CO_2) originadas por los incendios forestales. Esta edición 2010 del inventario actualiza, revisando en su caso, las estimaciones dadas para los años del periodo 1990-2007 en la edición anterior, al tiempo que extiende al año 2008 las series temporales. La revisión, cuando ha procedido, de las estimaciones de determinadas partidas de los inventarios ha venido motivada por factores diversos entre los que cabe mencionar: a) la propia revisión de las estadísticas y datos de base, b) los cambios en las metodologías (selección de métodos, factores y algoritmos) de estimación como consecuencia de las mejoras en el conocimiento de los procesos generadores de las emisiones, y c) eventualmente, la subsanación de errores detectados.

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

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

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

- Convenio de Ginebra sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza y a Larga Distancia y sus Protocolos derivados. Informe anual y estimación de emisiones de contaminantes acidificantes y precursores de ozono, metales pesados, partículas y contaminantes orgánicos persistentes.
- Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y Protocolo de Kioto. Informe anual y estimación de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Unión Europea:
  - Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos. Informe anual y estimación de emisiones de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y amoniaco.
  - Decisión 280/2004/CE (y Decisión 2005/166/CE sobre sus procedimientos de aplicación) del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de febrero de 2004, relativa a un mecanismo para el seguimiento de las emisiones de efecto invernadero en la Comunidad y para la aplicación del Protocolo de Kioto. Informe anual y estimaciones de emisiones.

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

Conforme lo previsto en el Protocolo de Kioto, Art. 5.1 y de acuerdo también con lo dispuesto en la Decisión 280/2004/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a un mecanismo para el seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Comunidad y para la aplicación del Protocolo de Kioto, en su Art. 4.4, España estableció en su momento y mantiene desde entonces el Sistema Español de Inventario (SEI) para la estimación de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero por las fuentes y la absorción de dióxido de carbono por los sumideros.

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

RE.1.3.- Información suplementaria para LULUCF-PK

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

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

Como información suplementaria para el Protocolo de Kioto España contabiliza las variaciones de carbono y las emisiones o absorciones asociadas en unidades de masa de CO_2 para los principales depósitos de carbono, y en el caso de los depósitos de madera muerta y de detritus forestales en la superficie del bosque argumenta que los mismos no constituyen fuente emisora. Asimismo estima las emisiones de otros gases (no-CO_2) originadas por perturbaciones como son los incendios forestales. Además de las actividades de notificación obligatoria bajo el Art 3 párrafo 3 (forestación, reforestación y deforestación), España

informa de las actividades elegidas por España bajo el Art. 3 párrafo 4 (gestión forestal y gestión de tierras agrícolas).

RE.2.- Tendencias agregadas de emisiones y absorciones

RE.2.1.- Inventario de gases de efecto invernadero

Para valorar las consecuencias que las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero pueden ejercer sobre el calentamiento general de la atmósfera, las cifras estimadas de emisiones se presentan en unidades de CO_2-equivalente, ponderando las correspondientes a cada gas con los respectivos coeficientes asignados, a un horizonte de 100 años, en el Segundo Informe de Evaluación (1995) elaborado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC)[3]. El intervalo de años inventariado en esta edición se extiende desde 1990 a 2008. Como cifra de referencia (cifra de año base) para examinar la evolución temporal de las emisiones agregadas (sin contabilizar las emisiones y absorciones correspondientes a "Uso de la Tierra, Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura") se toma la cifra oficialmente aprobada que sirve como base para el cálculo de la Cantidad Asignada a España para la valoración del cumplimiento del compromiso del Protocolo de Kioto[4]. La cifra del año base fue fijada tras la verificación en el año 2007 de la edición de 2006 (serie 1990-2004) del inventario español por el equipo comisionado al efecto por la SCMCC[5].

En la tabla RE.2.1.1 se muestran, tanto en términos absolutos (gigagramos de CO_2-eq) como en términos de índice temporal (100 en el año base), los valores correspondientes a las emisiones brutas totales (excepción hecha de las que correspondan al sector "Uso de la Tierra, Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura" que se computan separadamente). La representación gráfica del índice temporal se ofrece en las figuras RE.2.1.1 y RE.2.1.2, donde se muestran respectivamente el índice de evolución temporal y los porcentajes de variación interanual de las emisiones del agregado del Inventario. Se puede observar que las emisiones totales se sitúan en 2008 en un 39,8% por encima del año base, valor que se eleva a un 46,8% cuando se compara la media del último quinquenio, 2004-2008 con el

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

[4] La cifra exacta del año base tomada para el cálculo de la cantidad asignada (Año base PK) fue de 289.773.205,032 toneladas de CO_2-eq; y la cantidad asignada para el compromiso del cumplimiento del Protocolo de Kioto en el periodo 2008-2012 es de 1.666.195.929 toneladas de CO_2-eq

[5] Para la estimación de la cifra del año base se tomó como referencia el año 1990 para el CO_2, CH_4 y N_2O y el año 1995 para los gases fluorados HFC, PFC y SF_6, por lo que el año base es en sí un híbrido de los dos anteriores y no corresponde a un año natural concreto.

mismo año base[6]. En conjunto, la evolución del índice ha venido marcada por un crecimiento sostenido en el periodo inventariado, excepción hecha de los años 1993, 1996, 2006 y 2008 en que se registran descensos respecto al año anterior.

Tabla RE.2.1.1.- Evolución del agregado de emisiones

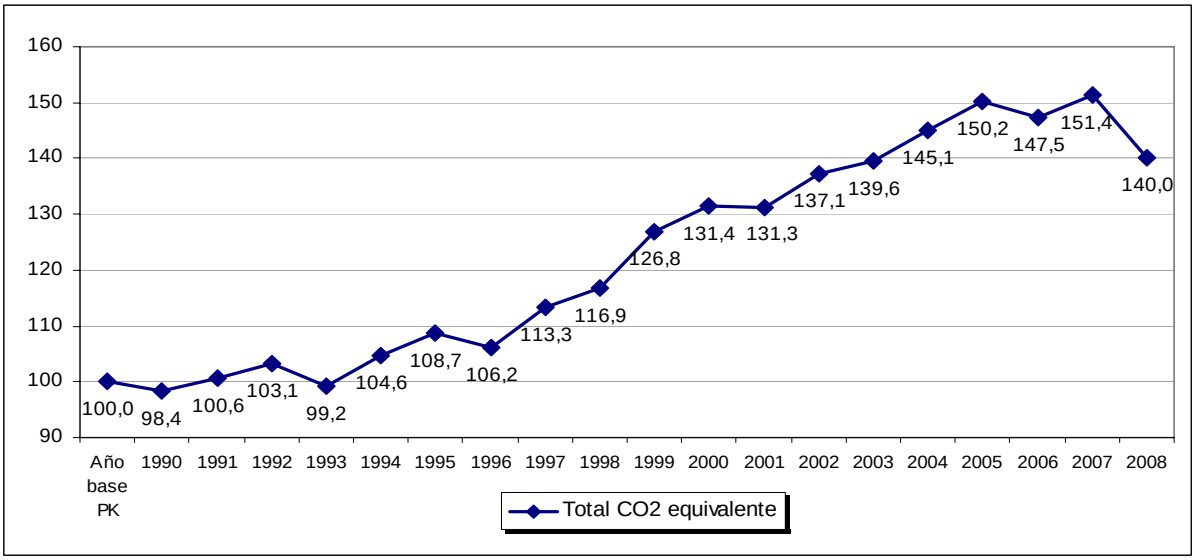
Valores absolutos (Gg CO_2-eq)

Año base PK	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
289.773,21	285.123,29	314.966,77	380.797,48	420.447,48	435.112,27	427.281,39	438.676,78	405.740,29

Índice de evolución anual (año base = 100)

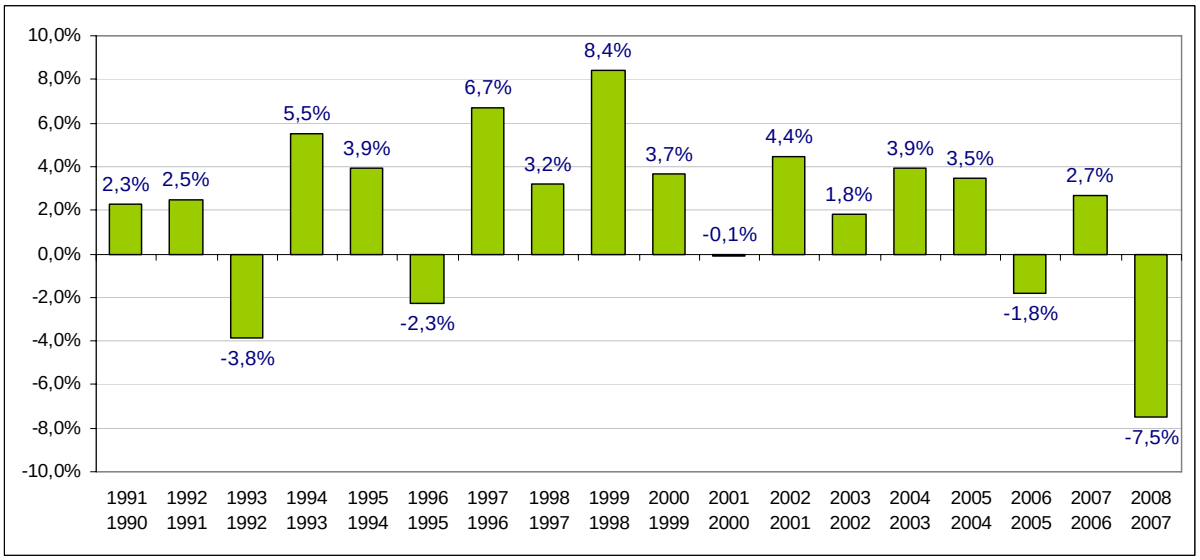
Año base PK	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	Quinquenio 2004-2008
100	98,4	108,7	131,4	145,1	150,2	147,5	151,4	140,0	146,8

Figura RE.2.1.1.- Índice de evolución del agregado de emisiones



[6] La comparación de la media quinquenal 2004-2008 con el año base es similar a la que deberá hacerse en el quinquenio 2008-2012 como valor representativo del año 2010 para su comparación con el año base.

Figura RE.2.1.2.- Variación interanual (porcentaje)



En la tabla RE.2.1.2 se muestran, en el bloque superior, los valores correspondientes a las absorciones netas, expresadas en Gg de CO_2 (mostradas con signo negativo) provenientes de las actividades de "Uso de la Tierra, Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura" (LULUCF); y en el bloque inferior, el índice de evolución temporal de estas absorciones tomando como base 100 el año 1990. La figura RE.2.1.3 muestra el gráfico de este último índice a lo largo de todos los años del periodo inventariado. De la observación de los datos anteriores se desprende que las absorciones netas de CO_2 se sitúan en 2008 un 33,3% por encima del año 1990, frente al 27,5% de la media del último quinquenio, 2004-2008. En conjunto, la evolución del índice presenta tres periodos diferenciados: i) el correspondiente a los años 1990-1993 con una absorción constante anual determinada, esencialmente, por la parte de bosque que se mantiene como bosque; ii) el correspondiente a los años 1994-2004, en que al componente anterior se añade una significativa aportación de las tierras forestadas (tierras agrícolas, pastizales y otras tierras), y una aportación mucho menor, pero creciente, de las tierras de cultivo que pasan a ser pastizal; y iii) el periodo 2004-2008, en que se mantiene el ritmo de crecimiento de absorción de las tierras de cultivo que pasan a ser pastizal, y se hace notar la contribución de las tierras agrícolas, por las prácticas de gestión de las mismas.

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

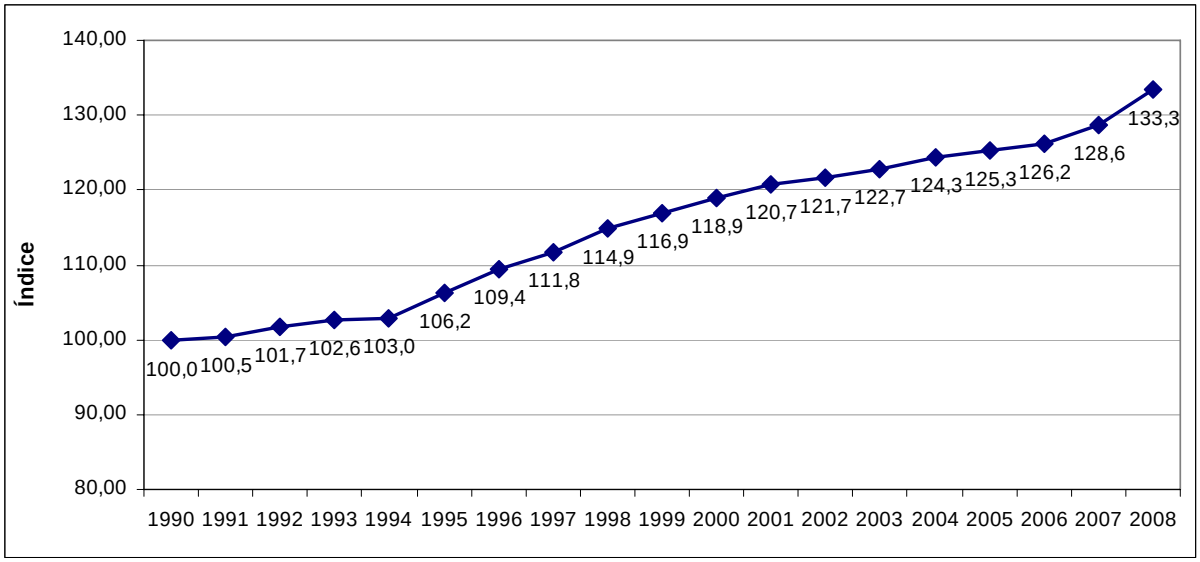
Valores absolutos (Gg CO_2-eq)

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
-38.824	-41.250	-46.166	-48.249	-48.654	-48.983	-49.940	-51.771

Índice de evolución anual (año 1990 = 100)

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	Quinquenio 2004-2008
100,0	106,2	118,9	124,3	125,3	126,2	128,6	133,3	127,5

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



A continuación se muestra la evolución de las emisiones netas de CO_2-eq del conjunto del inventario, con inclusión del sector LULUCF. En la tabla RE.2.1.3 se muestran los valores absolutos de estas emisiones netas, y en la figura RE.2.1.4 el índice de evolución temporal de las mismas, tomando como base 100 el año 1990. Se observa que, con relación a las emisiones del inventario sin el sector LULUCF, se mantiene el perfil del índice, pero que, en valores absolutos, se ha producido un significativo descenso, que es prácticamente proporcional con respecto a la serie sin LULUCF.

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

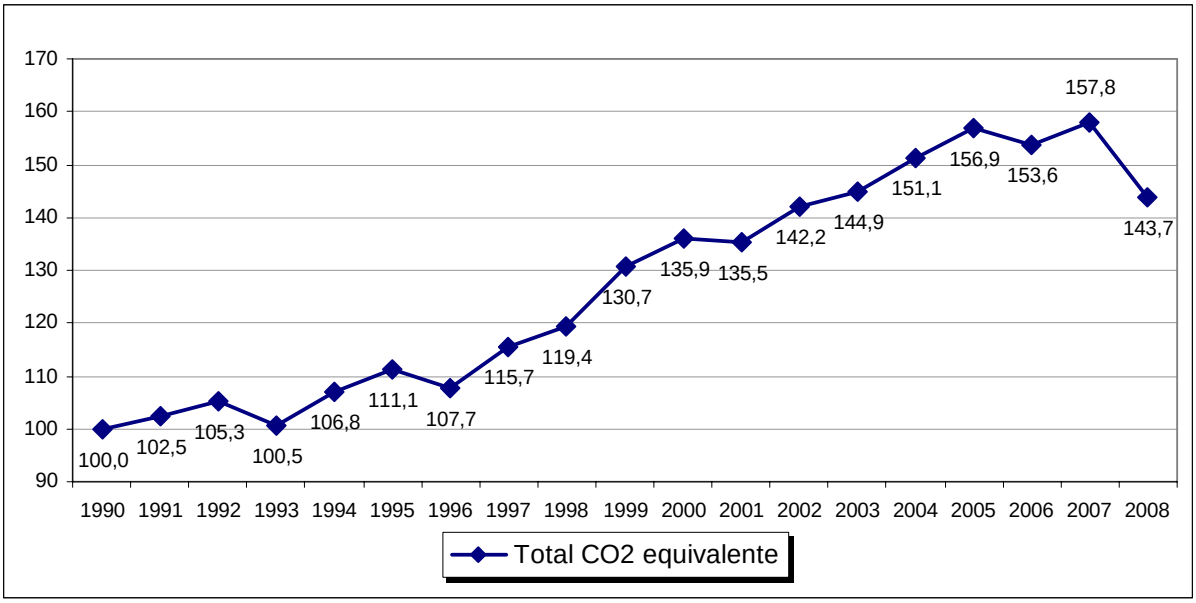
Valores absolutos (Gg CO_2-eq)

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
246.299,36	**273.716,68**	**334.631,73**	**372.198,96**	**386.458,55**	**378.298,53**	**388.736,39**	**353.968,80**

Índice de evolución anual (año base = 100)

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	Quinquenio 2004-2008
100,0	111,1	135,9	151,1	156,9	153,6	157,8	143,7	152,6

Figura RE.2.1.4.- Índice de evolución de las absorciones netas en LULUCF



RE.2.2.- Actividades LULUCF-PK

España informa en 2010 por vez primera sobre las actividades LULUCF para el Protocolo de Kioto tomando como referencia el año 2008, primer año del periodo de compromiso de dicho protocolo e incluyendo también una información sobre el año base 1990.

Al disponer sólo de información de los dos años mencionados no se puede presentar todavía la información de tendencias sobre una serie temporal para este apartado de actividades LULUCF-PK. En todo caso se remite al epígrafe RE.3.2 para la presentación de los resultados correspondientes al año 2008.

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

RE.3.1.- Inventario de gases de efecto invernadero

En la tabla RE.3.1.1 se recogen las estimaciones de las emisiones, por tipo de gas (excepción hecha de las emisiones y absorciones que correspondan al sector “Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura” que se computan separadamente), para los seis grupos o especies ya indicados con efecto directo sobre el calentamiento: CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC, y SF_6. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en términos absolutos (Gg CO_2-eq); en la parte central las contribuciones porcentuales a las emisiones brutas totales de CO_2-eq del total del inventario; y en la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (100 en el año 1990 para CO_2, CH_4 y N_2O; 1995 = 100 para los gases fluorados).

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

Cifras en Gg CO_2-eq

GAS	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2	228.228,16	254.832,23	307.021,42	351.218,52	367.181,99	358.023,08	367.812,23	337.516,18
CH_4	26.291,29	29.127,69	33.658,53	35.266,08	35.393,90	35.865,20	36.568,06	36.042,79
N_2O	27.250,82	25.420,57	31.380,99	28.788,63	27.034,63	27.286,88	27.880,23	25.316,20
HFC	2.403,18	4.645,44	8.120,23	4.648,22	4.985,71	5.534,97	5.827,18	6.255,00
PFC	882,92	832,51	411,71	272,04	244,41	247,63	249,11	256,05
SF_6	66,92	108,34	204,60	254,00	271,63	323,62	339,97	354,07
TOTAL GASES	**285.123,29**	**314.966,77**	**380.797,48**	**420.447,48**	**435.112,27**	**427.281,39**	**438.676,78**	**405.740,29**

Porcentaje sobre el total de CO_2-eq del inventario

GAS	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2	80,05	80,91	80,63	83,53	84,39	83,79	83,85	83,19
CH_4	9,22	9,25	8,84	8,39	8,13	8,39	8,34	8,88
N_2O	9,56	8,07	8,24	6,85	6,21	6,39	6,36	6,24
HFC	0,84	1,47	2,13	1,11	1,15	1,30	1,33	1,54
PFC	0,31	0,26	0,11	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
SF_6	0,02	0,03	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,09
TOTAL GASES	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Índice de evolución anual (año 1990 = 100; 1995 = 100 para los gases fluorados))

GAS	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2	100,0	111,7	134,5	153,9	160,9	156,9	161,2	147,9
CH_4	100,0	110,8	128,0	134,1	134,6	136,4	139,1	137,1
N_2O	100,0	93,3	115,2	105,6	99,2	100,1	102,3	92,9
HFC	51,7	100,0	174,8	100,1	107,3	119,1	125,4	134,6
PFC	106,1	100,0	49,5	32,7	29,4	29,7	29,9	30,8
SF_6	61,8	100,0	188,8	234,4	250,7	298,7	313,8	326,8

Al efectuar el examen por tipo de gas, tabla RE.3.1.1, es de destacar el dióxido de carbono como componente dominante, con un peso en torno al 80% (rango entre 80,0% y 83,2%). Las dos siguientes posiciones las ocupan el metano y el óxido nitroso, con contribuciones relativamente similares pero en general mayores para el primero que para el segundo, pasando el metano del 9,2% al 8,9% y el óxido nitroso del 9,6% al 6,2% entre el año 1990 y el 2008. El conjunto de los gases fluorados se muestra con un rango de participación comprendida entre 1,1% (año 1991) y 2,3% (año 2000) a lo largo del periodo inventariado.

En la tabla RE.3.1.2 se recogen las estimaciones de las emisiones por sector de actividad, distinguiendo los siguientes grupos de la nomenclatura IPCC: Energía, Procesos Industriales, Uso de Disolventes y Otros Productos, Agricultura, y Residuos. No se incluye aquí el cómputo de las emisiones/absorciones[7] del Sector 5 "Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura", como quedó reflejado en el epígrafe RE.2. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en términos absolutos (Gg CO_2-eq), en la parte central las contribuciones porcentuales a las emisiones brutas totales de CO_2-eq y en

[7] Los valores negativos reseñados pro-memoria del grupo Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura corresponden a absorciones netas de CO_2-eq de este grupo.

la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (100 en el año base) para cada grupo considerado.

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

Valores absolutos (Gg CO_2 equivalente)

SECTOR	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
1. Procesado de la energía	212.225,93	240.176,86	288.651,72	330.312,72	345.399,42	335.539,55	345.409,83	318.349,99
2. Procesos industriales	26.114,63	27.047,34	34.234,94	32.272,33	33.702,45	34.422,98	34.375,96	31.342,06
3. Uso de disolventes y otros productos	1.387,85	1.343,58	1.667,08	1.612,99	1.619,52	1.604,11	1.580,05	1.527,15
4. Agricultura	37.743,39	36.565,28	43.999,45	42.863,70	40.568,91	41.298,10	42.347,41	38.955,64
6. Tratamientos y eliminación de residuos	7.651,49	9.833,72	12.244,29	13.385,73	13.821,96	14.416,65	14.963,53	15.565,45
TOTAL SECTORES	**285.123,29**	**314.966,77**	**380.797,48**	**420.447,48**	**435.112,27**	**427.281,39**	**438.676,78**	**405.740,29**
5. Cambio uso suelo y silvicultura	-38.823,92	-41.250,09	-46.165,75	-48.248,52	-48.653,72	-48.982,86	-49.940,39	-51.771,49

Contribución al total de CO_2-eq del inventario

SECTOR	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
1. Procesado de la energía	74,4	76,3	75,8	78,6	79,4	78,5	78,7	78,5
2. Procesos industriales	9,2	8,6	9,0	7,7	7,7	8,1	7,8	7,7
3. Uso de disolventes y otros productos	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
4. Agricultura	13,2	11,6	11,6	10,2	9,3	9,7	9,7	9,6
6. Tratamientos y eliminación de residuos	2,7	3,1	3,2	3,2	3,2	3,4	3,4	3,8
TOTAL SECTORES	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Índice de evolución anual (año 1990 = 100)

SECTOR	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
1. Procesado de la energía	100,0	113,2	136,0	155,6	162,8	158,1	162,8	150,0
2. Procesos industriales	100,0	103,6	131,1	123,6	129,1	131,8	131,6	120,0
3. Uso de disolventes y otros productos	100,0	96,8	120,1	116,2	116,7	115,6	113,8	110,0
4. Agricultura	100,0	96,9	116,6	113,6	107,5	109,4	112,2	103,2
6. Tratamientos y eliminación de residuos	100,0	128,5	160,0	174,9	180,6	188,4	195,6	203,4
TOTAL SECTORES	**100,0**	**110,5**	**133,6**	**147,5**	**152,6**	**149,9**	**153,9**	**142,3**

Al efectuar el examen por sector de actividad, destaca en primer lugar la contribución dominante del grupo de Energía con un porcentaje que aumenta desde el 74,4% del año 1990 al 78,5% en el año 2008. Debe tenerse en cuenta que este grupo recoge, además de las emisiones de la combustión de fuentes fijas y móviles, las emisiones evaporativas procedentes de las actividades de extracción, transporte y distribución de combustibles, las cuáles son también relevantes para gases distintos del CO_2, como es el caso del CH_4. En segundo lugar, y a gran distancia de la Energía, se sitúa el grupo Agricultura, con cuotas que oscilan entre 13,2% para el año 1990 y el 9,6% en el año 2008. El tercer grupo en importancia lo constituyen los Procesos Industriales (con exclusión de las actividades de combustión que se recogen en el grupo Energía), y cuya contribución disminuye desde el 9,2% en el año 1990 al 7,7% en el año 2008. El grupo Residuos muestra en conjunto una pauta creciente variando su contribución entre el 2,7% en el año 1990 y el 3,8% en 2008, alcanzando cotas ligeramente mayores en años intermedios. Finalmente, el grupo Uso de Disolventes y Otros Productos presenta una contribución marginal que se sitúa entre el 0,4% y el 0,5% del total.

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

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

En la tabla RE.3.2.1, también conocida como Tabla NIR 1, se muestra la cobertura de información de actividades sujetas al Artículo 3.3 forestación, reforestación y deforestación y las elegidas por España, gestión forestal y gestión de tierras agrícolas, en relación con el Artículo 3.4. Los depósitos de carbono considerados incluyen la biomasa aérea, la biomasa subterránea, la madera muerta y los detritus vegetales, y el carbono orgánico de los suelos. Los gases considerados son CO_2, CH_4 y N_2O. Las etiquetas de notación sobre el status de información se especifican a pie de tabla.

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

Actividad		Información sobre cambios en los depósitos de carbono					Información sobre gases						
		Biomasa aérea	Biomasa subterránea	Detritus	Madera muerta	Carbono en suelos	Fertilización	Drenaje de suelos en la gestión forestal	Perturbaciones asociadas con la conversión a tierras agrícolas	Enmiendas calizas	Quema de biomasa		
							N_2O	N_2O	N_2O	CO_2	CO_2	CH_4	N_2O
Actividades Artículo 3.3	Forestación / Reforestación	R	R	NR	NR	NR	NO			NO	NO,IE	NO,IE	NO,IE
	Deforestación	R	IE	NR	NR	NR			NO	NO	NO	NO	NO
Actividades Artículo 3.4	Gestión forestal	R	IE	NR	NR	NR	NO	NO		NO	IE,NR	R,NR	R,NR
	Gestión de tierras agrícolas	R	IE	NR	NR	R,NO			NO	NO	NO,IE	NO,IE	NO,IE
	Gestión de pastizales	NA	NA	NA	NA	NA				NA	NA	NA	NA
	Revegetación	NA	NA	NA	NA	NA				NA	NA	NA	NA

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

En la tabla RE.3.2.2, también denominada como Tabla 5(KP), se muestra la estimación de los flujos de emisiones (+) y absorciones (-) de gases de efecto invernadero generados en las actividades del sector LULUCF de PK. Las tres primeras columnas muestran las estimaciones en unidades de masa de cada gas y la cuarta columna en unidades de CO_2 equivalente, utilizando las ponderaciones habituales de los distintos gases conforme a los valores de IPCC 1995.

Tabla RE.3.2.2.- Emisiones (+) y absorciones (-) de gases de efecto invernadero en LULUCF-PK en 2008 *(Cifras en Gg)*

Actividades fuente/sumidero de gases de efecto invernadero	Emisiones / Absorciones netas de CO_2	CH_4	N_2O	Emisiones / Absorciones netas de CO_2e
A. Actividades Artículo 3.3				**-9.690**
A.1. Forestación / Reforestación	-9.726	IE, NO	IE, NO	-9.726
A.1.1. Unidades de tierra no taladas desde el comienzo del periodo de compromiso	-9.726	IE, NO	IE, NO	-9.726
A.1.2. Unidades de tierra taladas desde el comienzo del periodo de compromiso	NA, NO	NO	NO	NA, NO
A.2. Deforestación	36	NO	NO	36
B. Actividades Artículo 3.4				**-42.194**
B.1. Gestión bosques	-39.120	1	0	-39.097
B.2. Gestión tierras agrícolas	-3.098	IE, NO	IE, NO	-3.098
B.3. Gestión de pastizales	NA	NA	NA	NA
B.4. Revegetación	NA	NA	NA	NA

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

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

En la tabla RE.4.1 se muestra la evolución de las emisiones estimadas de los gases de efecto invernadero indirecto (NO_X, CO, COVNM y SO_2) expresadas, para cada uno de ellos, en la parte superior de la tabla en gigagramos del correspondiente gas, y en la parte inferior en forma de índice temporal (año 1990 = 100).

Tabla RE.4.1.- Evolución de las emisiones de NO_X, CO, COVNM y SO_2

Valores absolutos (Gg)

GAS	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
NO_X	1.352,21	1.386,55	1.406,54	1.459,43	1.449,64	1.418,22	1.433,17	1.253,68
CO	3.660,73	3.169,35	2.681,64	2.318,65	2.134,37	2.122,46	2.110,08	2.004,61
COVNM	1.078,93	1.022,16	1.067,07	966,11	929,71	914,07	897,10	815,74
SO_2	2.177,29	1.792,07	1.463,93	1.321,83	1.273,46	1.172,06	1.172,08	531,65

Índice de evolución anual (año 1990 = 100)

GAS	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
NO_X	100,0	102,5	104,0	107,9	107,2	104,9	106,0	92,7
CO	100,0	86,6	73,3	63,3	58,3	58,0	57,6	54,8
COVNM	100,0	94,1	98,2	88,9	85,4	84,3	83,3	78,7
SO_2	100,0	82,3	67,2	60,7	58,5	53,8	53,8	24,4

1.- INTRODUCCIÓN

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

1.1.1.- Cambio climático

A partir de la década de los 80s del siglo pasado empieza a ocupar una importancia creciente, tanto en la sensibilidad de la población como en la agenda de los responsables políticos, la consideración de la influencia que las actividades humanas pueden estar ejerciendo sobre el cambio climático. Como respuesta a estos planteamientos se crea en el año 1988 el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) con el objetivo de estudiar en profundidad el fenómeno del cambio climático, sus causas, efectos, y políticas de prevención y adaptación al mismo. En el plano político, y en el marco de Naciones Unidas, se adoptó en el año 1994 el Convenio Marco sobre Cambio Climático al que se han ido adhiriendo sucesivamente países de los distintos contextos y ámbitos geográficos. Un salto cualitativo importante en esta línea fue la firma, en el año 1997, del Protocolo de Kioto en el que los países de la Unión Europea y otros países industrializados (los llamados países del Anexo I) se comprometieron a limitar las emisiones de gases que influyen en el calentamiento global de la atmósfera y que no eran objeto del Protocolo de Montreal, compromiso que se concretó en una reducción del 5% de las emisiones de aquellos gases en el periodo 2008-2012 con relación a sus niveles en el año 1990. La Unión Europea, con un planteamiento más ambicioso, se comprometió a una reducción en el mismo periodo del 8%.

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

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

Las cantidades emitidas de estos gases y sus potenciales de calentamiento son muy variables según las sustancias consideradas. Dominante en sus efectos por las cantidades emitidas es (en España y la mayoría de los países) el CO_2 y con cifras significativas el CH_4 y N_2O, mientras el efecto de los gases fluorados, todavía limitado, es objeto de especial interés dados sus altos potenciales de calentamiento atmosférico y el hecho de que para determinadas especies las emisiones muestren actualmente una trayectoria expansiva.

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

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

El presente documento constituye la edición correspondiente al año 2010 del Informe del Inventario Nacional (IIN) 1990-2008 de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que España presenta a la Comisión de la Unión Europea, en cumplimiento de lo establecido en las Decisiones del Parlamento y Consejo Europeos 280/2004/CE y 2005/166/CE. Una edición idéntica, pero de forma separada, se remite posteriormente a la Secretaría de la Convención Marco sobre Cambio Climático (SCMCC) y al Protocolo de Kioto. La presentación de los inventarios se realiza siguiendo las directrices para informes que quedaron plasmadas en el documento FCCC/SBSTA/2006/9[1] y en el documento de actualización denominado "Esquema Anotado para el Informe de Inventario Nacional que incluye los elementos referentes al Protocolo de Kioto[2]", elaborados ambos por la SCMCC. La presentación de las tablas de los inventarios en formato electrónico que acompañan a este informe se ha realizado utilizando el software habilitado al efecto (CRF Reporter, versión 3.3.22) por la SCMCC para la cumplimentación del Formulario Común para Informes (FCI) y que incluye también las tablas específicas para informar al Protocolo de Kioto.

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

En cuanto a las substancias objeto del inventario, la información de las tablas FCI se presenta tanto en unidades de masa de cada gas como en masa de dióxido de carbono equivalente (CO_2-eq) para cada una de las sustancias consideradas en el Anexo A del Protocolo de Kioto, que incluye los seis gases o grupos de gases siguientes con efecto

[1] http://unfccc.int/resource/docs/2006/sbsta/eng/09.pdf

[2] http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/reporting_requirements/application/pdf/annotated_nir_outline.pdf

directo sobre el calentamiento atmosférico: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC), y hexafluoruro de azufre (SF_6). Adicionalmente, se presentan las emisiones estimadas de los tres gases siguientes con efecto indirecto sobre el calentamiento atmosférico: óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), así como de los óxidos de azufre (SO_x), en términos de masa de cada gas para estas cuatro sustancias. Dentro de la categoría 5 de IPCC "Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura" se estiman las variaciones de carbono y las emisiones o absorciones asociadas en términos de CO_2 para los distintos depósitos de carbono y las emisiones de otros gases (no-CO_2) originadas por los incendios forestales. Esta edición 2010 del inventario actualiza, revisando en su caso, las estimaciones dadas para los años del periodo 1990-2007 en la edición anterior, al tiempo que extiende al año 2008 las series temporales. La revisión, en su caso, de las estimaciones de determinadas partidas de los inventarios ha venido motivada por diversos factores entre los que cabe mencionar: a) la propia revisión de las estadísticas y datos de base, b) los cambios en las metodologías (selección de métodos, factores y algoritmos) de estimación como consecuencia de las mejoras en el conocimiento de los procesos generadores de las emisiones, y c) eventualmente, la subsanación de errores detectados.

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

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

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

- Convenio de Ginebra sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza y a Larga Distancia y sus Protocolos derivados. Informe anual y estimación de emisiones de contaminantes acidificantes y precursores de ozono, metales pesados, partículas y contaminantes orgánicos persistentes.
- Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y Protocolo de Kioto. Informe anual y estimación de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Unión Europea:
  - Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos. Informe anual y estimación de emisiones de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y amoniaco.
  - Decisión 280/2004/CE (y Decisión 2005/166/CE sobre sus procedimientos de aplicación) del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de febrero de 2004, relativa a un mecanismo para el seguimiento de las emisiones de efecto invernadero en la Comunidad y para la aplicación del Protocolo de Kioto. Informe anual y estimaciones de emisiones.

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

Conforme lo previsto en el Protocolo de Kioto, Art. 5.1 y de acuerdo también con lo dispuesto en la Decisión 280/2004/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a un mecanismo para el seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Comunidad y para la aplicación del Protocolo de Kioto, en su Art. 4.4, España estableció en su momento (ORDEN MAM/1444/2006, de 9 de mayo, por la que se designa a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente como Autoridad Nacional del Sistema de Inventario Nacional de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera) y mantiene desde entonces el Sistema Español de Inventario (SEI) para la estimación de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero por las fuentes y la absorción de dióxido de carbono por los sumideros.

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

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

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

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

La información suplementaria que España presenta al Protocolo de Kioto se encuentra esencialmente contenida en la Parte II, capítulos 11 a 15, y adicionalmente en secciones específicas del Resumen Ejecutivo, de los capítulos 1 y 2 de la Parte I, y de los Anexos 1 a 8 del presente informe. En el CRF Reporter se presentan las tablas específicas requeridas en dicho formatos sobre la información suplementaria para el Protocolo de Kioto.

Como información suplementaria para el Protocolo de Kioto España contabiliza las variaciones de carbono y las emisiones o absorciones asociadas en términos de CO_2 para los principales depósitos de carbono, y en el caso de los depósitos de madera muerta y de detritus forestales en la superficie del bosque argumenta que los mismos no constituyen fuente emisora. Así mismo estima las emisiones de otros gases (no-CO_2) originadas por perturbaciones como son los incendios forestales. Además de las actividades de notificación obligatoria bajo el Art. 3 párrafo 3 (forestación, reforestación y deforestación), España informa de las actividades elegidas por España bajo el Art. 3 párrafo 4 (gestión forestal y gestión de tierras agrícolas).

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

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

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

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

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (DGCEA) del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM) es la Autoridad Nacional del Sistema de Inventario Nacional de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera conforme dispone la orden ministerial MAM/1444/2006 de 9 de mayo. Dentro de la DGCEA es la Unidad de Información Ambiental Estratégica (UIAE) la entidad que tiene asignada la realización del inventario y que procesa la información recogida de las distintas fuentes. Por otra parte, el Artículo 27.4 de la Ley 34/2007 de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera establece el Sistema Español de Información, Vigilancia y Prevención de la contaminación atmosférica (SEIVP) y, en relación a este, indica que el Gobierno para la elaboración y actualización periódica del inventario desarrollará reglamentariamente un Sistema Español de Inventario (SEI) acorde con las directrices internacionales vigentes. En el aspecto institucional operativo es de destacar, dentro del marco normativo, el Acuerdo de Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos de 8 de febrero de 2007 (ACDGAE-2007) por el que se establecen:

i) los mecanismos de obtención de información para la aplicación en España del Sistema de Inventario Nacional de Contaminantes a la Atmósfera y

ii) los plazos y procedimientos para la elaboración del Inventario y de las Proyecciones de Contaminantes a la Atmósfera.

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

Los inventarios de emisiones de contaminantes a la atmósfera son considerados una estadística con fines estatales y como tal, conforme al artículo 149.1.31 de la Constitución, se realizan sobre la base de la competencia exclusiva del Estado para la elaboración de estadísticas para fines estatales. En este sentido, el marco normativo de referencia viene dado por la Ley 12/1989 de 9 de mayo, de la Función Estadística Pública y por el Plan Estadístico Nacional 2009-2012, aprobado por Real Decreto 1663/2008, de 17 de octubre. En el Plan Estadístico Nacional 2009-2012 se incluye, dentro del sector medio ambiente y desarrollo sostenible y con el número de operación estadística 5713, el "Inventario de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera"[3]. La inclusión del inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera como tal operación estadística conlleva: la obligación de aportar la información necesaria para su elaboración, con la salvaguarda del secreto estadístico y la garantía de continuidad del mismo en el marco del Plan Estadístico Nacional.

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

Así, la DGCEA solicita a los Departamentos Ministeriales y organismos públicos con competencias sectoriales en actividades que generen (o puedan generar) emisiones de contaminantes a la atmósfera la información necesaria requerida para la elaboración del inventario, haciendo referencia también como apoyatura normativa al mencionado ACDGAE-2007. Como procedimiento para una mayor concreción de los canales de recogida de información institucional, la DGCEA convocó (en fecha 15 de abril de 2009) a los representantes de los Departamentos Ministeriales para que designaran a los responsables de los Puntos Focales que, en cada Departamento, asumirían la responsabilidad de la tramitación de la información requerida para el SEI. Para ello, la DGCEA hizo llegar a los representantes de los distintos Departamentos la sección correspondiente de la Guía de

[3] El Plan Estadístico Nacional se actualiza cuatrienalmente. El Plan anterior, que cubría el periodo 2005-2008, incluía igualmente al Inventario de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera con su correspondiente número de operación estadística.

Peticiones Institucionales (Guía_Peticiones_Institucionales) donde se especifica el tipo de datos solicitados a los distintos Departamentos y organismos, a fin de que éstos incorporen a sus respectivos Planes Estadísticos los procedimientos pertinentes para disponer de la referida información. La citada Guía_Peticiones_Institucionales se revisa periódicamente (al menos con frecuencia anual) y, en particular, cuando se producen cambios en la metodología de elaboración del Inventario o en los niveles de detalle que requieran actualizar las series temporales de datos, con el objeto de mantener la consistencia temporal.

1.2.1.b.- Arreglos institucionales

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

La DGCEA es la Autoridad Nacional del Sistema de Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera (Orden MAM/1444/2006). Para el desarrollo de estas funciones, la DGCEA cuenta con la Asistencia Técnica de la Unión Temporal de Empresas AED-NDS-TWOBE[4] que proporciona apoyo técnico en las tareas de ejecución material y en el desarrollo general del Inventario, ocupando AED (Análisis Estadístico de Datos, S.A.) la posición principal dentro de esta Asistencia Técnica, y con TRAGSATEC[5], como medio propio de la administración, para reforzar el área dedicada a LULUCF, especialmente en la información suplementaria requerida por el Protocolo de Kioto y otros aspectos puntuales relacionados con el inventario.

La DGCEA ha establecido además para apoyar el desarrollo e implementación del SEI convenios de colaboración con diversas entidades, principalmente institutos de investigación y departamentos universitarios, entre los que cabe citar: ETSII-UPM[6] para el sistema de proyecciones del Inventario; STEPA-UPV[7] para el sector agricultura, CIEMAT[8] para los procedimientos de garantía de calidad, y en especial en el sector energía[9], SENASA[10] para el desarrollo de un modelo de tráfico aéreo y emisiones asociadas. En la figura 1.2.1 se presenta el núcleo de coordinación de recursos habilitados por la DGCEA para el SEI.

[4] AED (Análisis Estadístico de Datos, S.A.), NDS (Net Design Studio, S.L.) y TWOBE (Estudio Internacional Twobe, S.L.).

[5] Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A.

[6] Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales – Universidad Politécnica de Madrid.

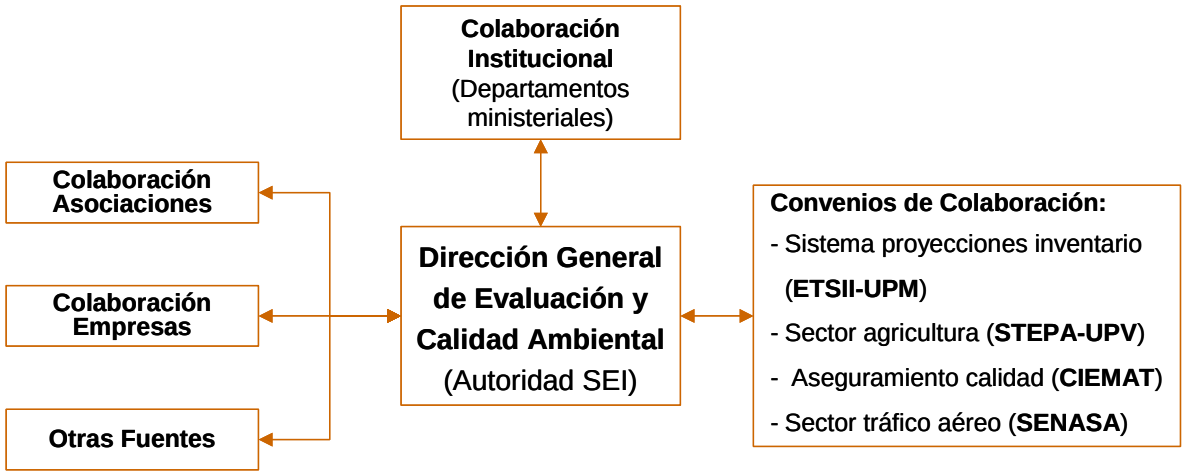
[7] Sistemas y Tecnologías de la Producción Animal – Universidad Politécnica de Valencia.

[8] Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas.

[9] Convenio de colaboración con el CIEMAT vigente en los años 2007 y 2008.

[10] Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica.

Figura 1.2.1.- Coordinación de recursos por DGCEA para el SEI



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

- El de Agricultura (GT-INV-AG) y el de Ganadería (GT-INV-GAN) para tratar aspectos específicos de estos dos subsectores y compuesto por representantes del MARM, y la colaboración de expertos temáticos de STEPA-UPV, ETSIAgr-UPM[11], TRAGSA[12].

- El de Usos del Suelo y Cambio Climático (GT-USCC) para la mejora de las estimaciones del sector homólogo del CRF (Usos de la Tierra, Cambios de Usos de la Tierra y Silvicultura, con la colaboración del MARM, Ministerio de Fomento, y la colaboración de expertos temáticos de CEAM[13].

- El de coordinación de aspectos técnicos con las Comunidades Autónomas sobre elementos metodológicos y de información de base de los inventarios.

- El foro creado en el año 2008 para la contrastación de la desagregación por Comunidades Autónomas del Inventario Nacional, y en el que se realizan tanto reuniones sectoriales (para abordar temas específicos de un sector) como reuniones bilaterales (para abordar temas específicos de una Comunidad Autónoma). En estas reuniones participa tanto el equipo del inventario como los representantes del área de Inventarios de las Comunidades Autónomas.

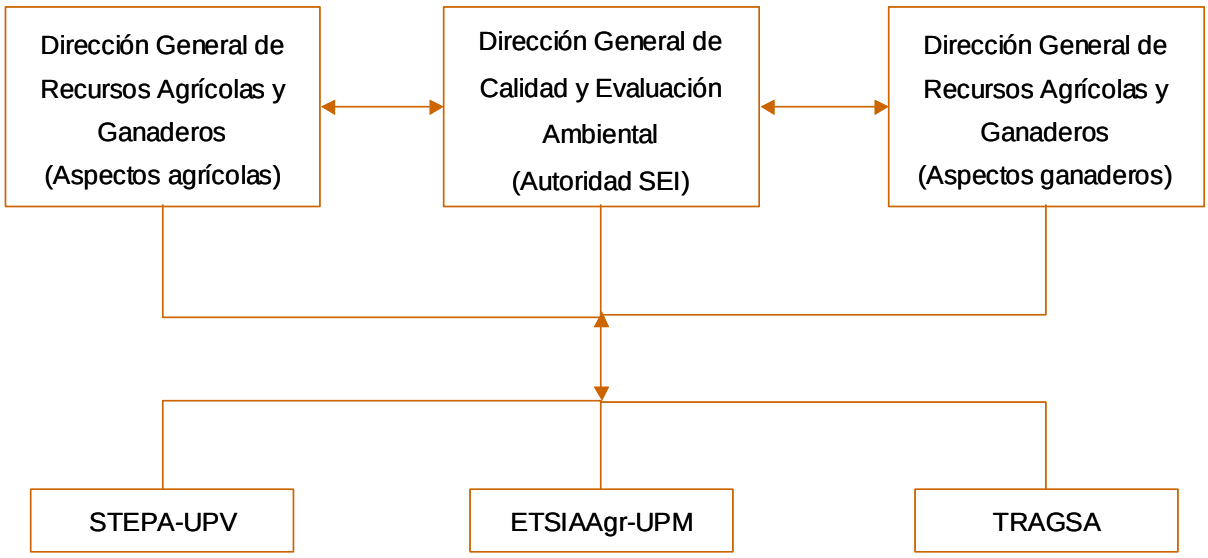
[11] Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid.

[12] Empresa de Transformación Agraria, S.A.

[13] Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo.

Figura 1.2.2.- Grupos de trabajo y foros de encuentro

Grupos de trabajo interministeriales para "Agricultura (GT-INV-AG)-Ganadería (GT-INV-GAN)"



Grupo de trabajo interministerial para "Cambios de usos del suelo"

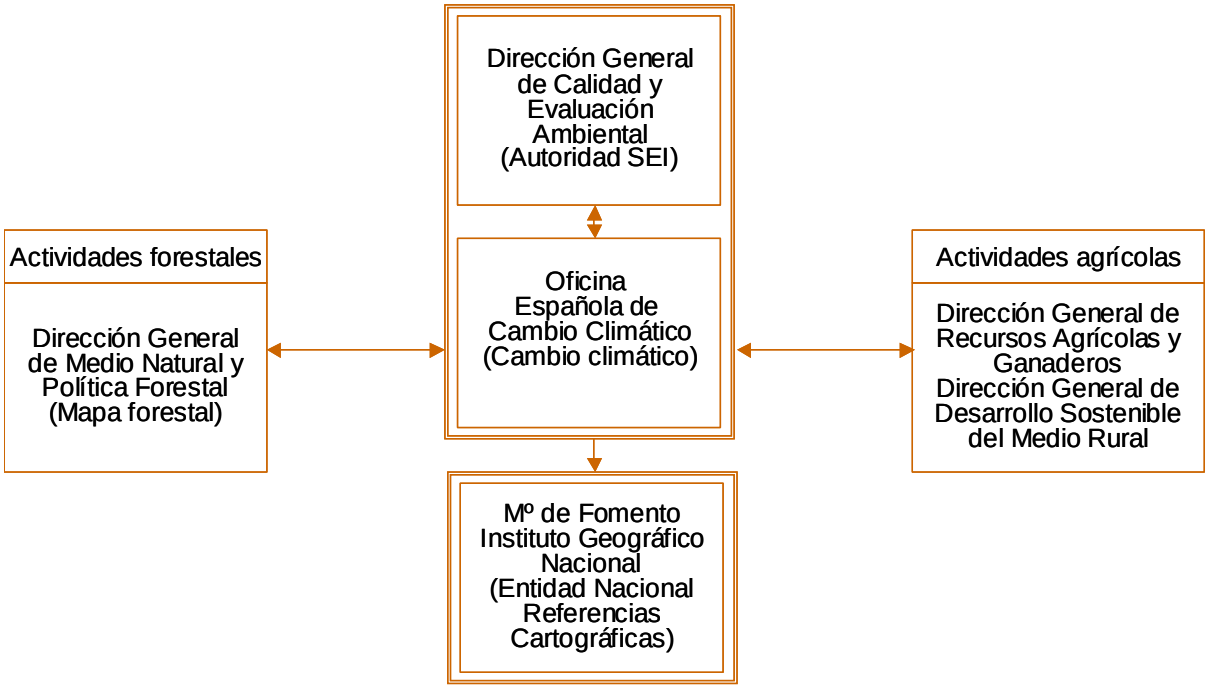
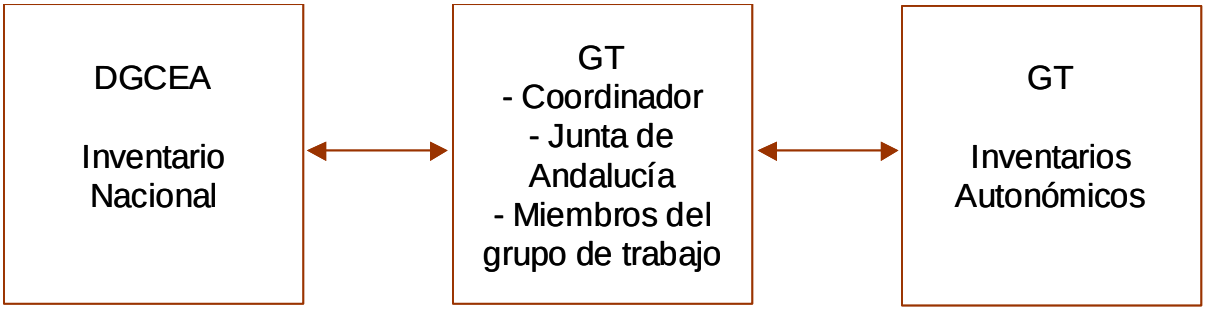


Figura 1.2.2.- Grupos de trabajo y foros de encuentro

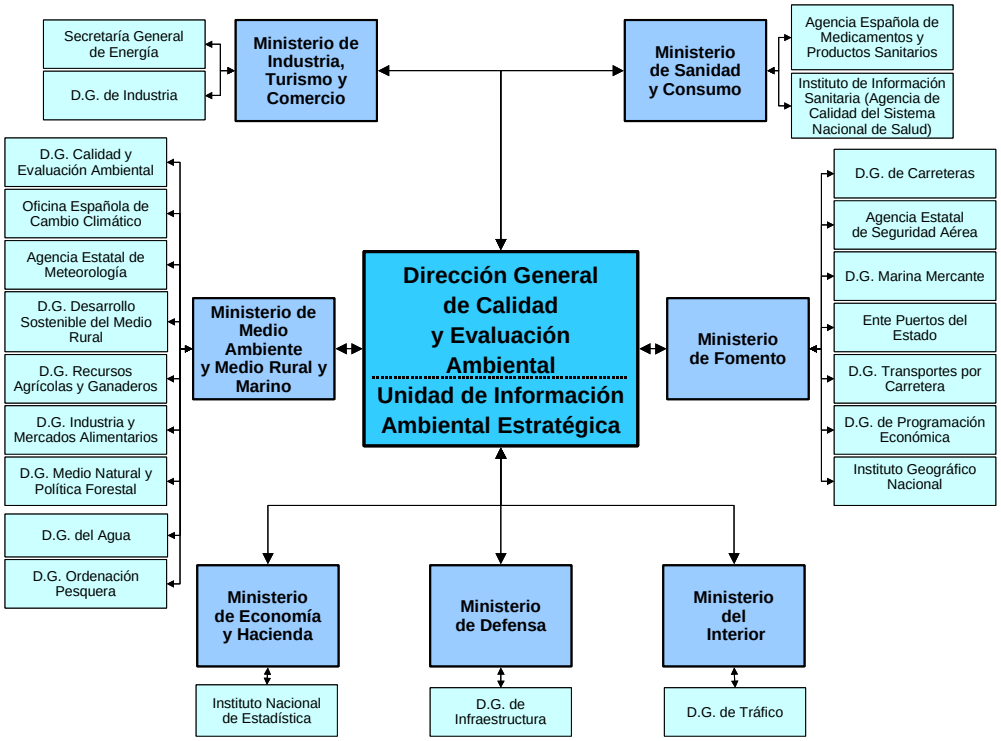
Grupo de Trabajo de Harmonización de Inventarios de CCAA con Inventario Nacional



Foro Contrastación Desagregación por CCAA del Inventario Nacional vs. Inventarios autonómicos

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

Figura 1.2.3.- Participación de departamentos ministeriales en el SEI



Cuadro 1.2.1.- Información requerida a los puntos focales

Ministerio	Dependencia	Información requerida
Ministerio de Defensa	D.G. de Infraestructura	- Consumo de combustibles en equipos tácticos militares
Ministerio del Interior	D.G. de Tráfico	- Parque de vehículos - Registro de matriculaciones y bajas del parque de vehículos - Características de los vehículos registrados (sistema de propulsión, ...)
Ministerio de Fomento	D.G. de Carreteras	- Recorridos de vehículos (por titularidad de las carreteras) - Cartografía carreteras. - Kilómetros de carretera por tipo de pavimento, pendientes y otros datos de infraestructura viaria
	Agencia Estatal de Seguridad Aérea	- Estadísticas de movimientos de aeronaves civiles - Variables de actividad y otra información relevante para el modelo MECETA
	D.G. de Marina Mercante y Ente Puertos del Estado	- Estadísticas de movimientos de buques, estancia y tiempos de entrada y salida en puertos - Tráfico marítimo nacional/internacional - Registro de buques - Información cartográfica trazado rutas - Suministro de combustible en tráfico nacional e internacional
	D.G. de Programación Económica D.G. de Transportes por Carretera	- Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera - Otras estadísticas del transporte por carretera
	Instituto Geográfico Nacional	- Base cartográfica numérica BCN200 y de límites fronterizos - Coeficiente superficie celda malla EMEP (provincia) - CORINE-LAND COVER 1990, 2000, 2006 - Ocupación del suelo en España (SIOSE) - Explotaciones cartográficas para LULUCF

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

Ministerio	Dependencia	Información requerida
Ministerio de Defensa	D.G. de Infraestructura	- Consumo de combustibles en equipos tácticos militares
Ministerio de Sanidad y Consumo	Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios	- Óxido nitroso (N_2O) utilizado en anestesia
	Instituto de Información Sanitaria (Ag. de Calidad del Sistema Nacional de Salud)	- Camas hospitalarias en funcionamiento
Ministerio de Economía y Hacienda	Instituto Nacional de Estadística	- Población, serie histórica y proyecciones - Encuesta industrial de empresas y productos - Índice de producción industrial - Contabilidad nacional - Encuesta de consumos energéticos - Indicadores socioeconómicos
Ministerio de Industria, Turismo y Comercio	Secretaría General de Energía	- Cuestionarios internacionales AIE y Eurostat: · Electricidad y calor · Gas natural · Productos petrolíferos · Carbones · Energías renovables y residuos - La Energía en España - Otras estadísticas energéticas - IDAE: Cogeneración y biomasa
	D.G. de Industria	- Metalurgia no férrea - Metalurgia férrea - Materiales de construcción - Industrias varias - Otras industrias químicas - Industria textil
Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino	D.G. de Calidad y Evaluación Ambiental	- Tratamiento de residuos: · Balance generación/destino de los residuos · Directorios de plantas y estadísticas de tratamiento e residuos: Vertederos gestionados (con/sin valorización biogás) Incineradoras de residuos urbanos Incineradoras de residuos industriales Incineradoras de otros residuos Plantas de compostaje de residuos urbanos y de residuos animales Instalaciones de biometanización Instalaciones de producción de combustibles a partir de residuos
	D.G. Oficina de Cambio Climático	- Información sobre la contabilización de las unidades de Kioto - Información sobre el registro nacional - Información sobre Artículo 3, párrafo 14 del Protocolo de Kioto
	Agencia Estatal de Meteorología	- Información meteorológica y climatológica: · Temperatura (aire y suelo) · Precipitación y evapotranspiración · Viento · Insolación, nubosidad, y radiación solar · Descargas eléctricas · Partes META, SYNOP, CLIMATOLÓGICO y TEMP · Mapas climatológicos

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

Ministerio	Dependencia	Información requerida
Ministerio de Defensa	D.G. de Infraestructura	- Consumo de combustibles en equipos tácticos militares
Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (Continuación)	D.G. de Desarrollo Sostenible del Medio Rural D.G. de Recursos Agrícolas y Ganaderos Secretaría General Técnica	- Estadísticas de forestación y tierras agrícolas - Prácticas de gestión de tierras agrícolas (herbáceos y leñosos) para Protocolo de Kioto - Estadísticas superficies, producciones y rendimientos de cultivos agrícolas (ESYRCE) - Mapa de cultivos y aprovechamientos - Consumo de fertilizantes sintéticos - Consumo de pesticidas y fitosanitarios - Balance generación/destino y composición de los lodos de EDARs - Parque y estadísticas de maquinaria móvil agrícola autopropulsada - Anuario de estadística agroalimentaria - Censos/Encuestas de efectivos ganaderos - Estadísticas de producción ganadera (leche, carne, etc.)
	D.G. de Industria y Mercados Alimentarios	- Dieta alimentaria (contenido de proteína) - Directorio y estadísticas de la industria agroalimentaria · Materias primas, productos y tratamientos del agua
	D.G. de Medio Natural y Política Forestal	- Mapa forestal (MFE 50 y MFE 25) para usos y cambios de uso del suelo en tierras de monte - Inventarios forestales nacionales (IFN2 y IFN3) - Prácticas gestión forestal para Protocolo de Kioto - Base de datos de repoblaciones forestales - Explotaciones estadísticas y cartográficas para estimación flujos GEI en actividades forestales
	D.G. del Agua	- Base de datos, directorio y estadísticas de EDARs urbanas - Base de datos, directorio y estadísticas de EDARs industriales
	D.G. de Ordenación Pesquera	- Base de datos sobre flota pesquera para explotaciones relacionadas con el inventario - Estadísticas de flota pesquera operativa

1.2.2.- Panorámica de la planificación del inventario

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (DGCEA), como Autoridad Nacional del SEI y, dentro de ella, la UIAE como unidad operacional, diseña y dirige las tareas de planificación del inventario, destacando entre ellas por su especial importancia las siguientes:

1) Identificación de actividades prioritarias para la mejora del inventario, tomando como base la identificación de categorías clave y la disponibilidad de recursos y programación de objetivos orientados a dicha mejora.

2) Plan de mantenimiento y revisiones del resto de actividades del inventario que no se consideran tan prioritarias.

3) Asignación de recursos humanos/materiales e identificación de responsabilidades para el desarrollo de las actividades consideradas en los puntos 1) y 2) anteriores.

4) Establecimiento del plan de controles (plazos, resultados, análisis desviaciones y acciones correctoras) sobre el desarrollo del punto 3) anterior.

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

a) En cartografía se analizan las actualizaciones de mapas de usos y coberturas del suelo: i) CORINE LAND-COVER; ii) Mapa Forestal; iii) Mapa de Cultivos y Aprovechamientos Agrícolas; iv) Mapas con información de suelos y otras coberturas temáticas.

b) En información estadística de base se analizan las actualizaciones de Inventarios y Estadísticas: i) Inventario Forestal; ii) Estadísticas Forestales; iii) Registros y Estadísticas de Forestación, iv) ESYRCE (Encuesta sobre Cultivos y Rendimientos en España) de uso preferente, esta última, para los análisis de la Gestión de Tierras Agrícolas.

c) Revisión e introducción de nuevas metodologías en función de la disponibilidad de nueva información y de recursos asignables a su desarrollo e implementación.

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

1.2.3.- Panorámica de la preparación y gestión del inventario

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (DGCEA), como Autoridad Nacional del SEI y, dentro de ella, la UIAE como unidad operacional, diseña y dirige las tareas de preparación y gestión, y cuenta especialmente para ello con los recursos de la Asistencia Técnica del Inventario y la colaboración de las distintas entidades referidas más arriba en el apartado de arreglos institucionales.

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

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

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

2) La segunda etapa del proceso es la elección de los métodos para la estimación de las emisiones. Se incluyen dentro de esta etapa tanto la elección inicial, para nuevas categorías, como la revisión de los métodos seleccionados para aquellas categorías sobre las que se proponen cambios metodológicos.

3) La tercera etapa del proceso es la recopilación de la información necesaria para la aplicación de los métodos seleccionados según actividad (parámetros y variables de actividad, algoritmos y factores de emisión, emisiones medidas o estimadas).

4) La cuarta etapa del proceso es el tratamiento de los datos. Esta fase engloba la integración de datos de base con los métodos de estimación de emisiones para la aplicación de los procedimientos de cálculo de tales emisiones.

5) La quinta etapa del proceso es la elaboración de informes y tablas de resultados de emisiones de contaminantes a la atmósfera requeridos por los diversos foros a los que el SEI debe informar, buscando siempre el mejor balance entre exactitud y precisión, por un lado, y recursos disponibles, por otro, conforme a los criterios de forma, contenido y plazo exigidos.

6) En último lugar el inventario se somete a aprobación, según lo dispuesto en el Acuerdo de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos. Una vez aprobado el inventario, los informes y datos en las formas de presentación requeridas en cada caso, se hacen públicos y se envían a los organismos internacionales, a través de los puntos focales nacionales.

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

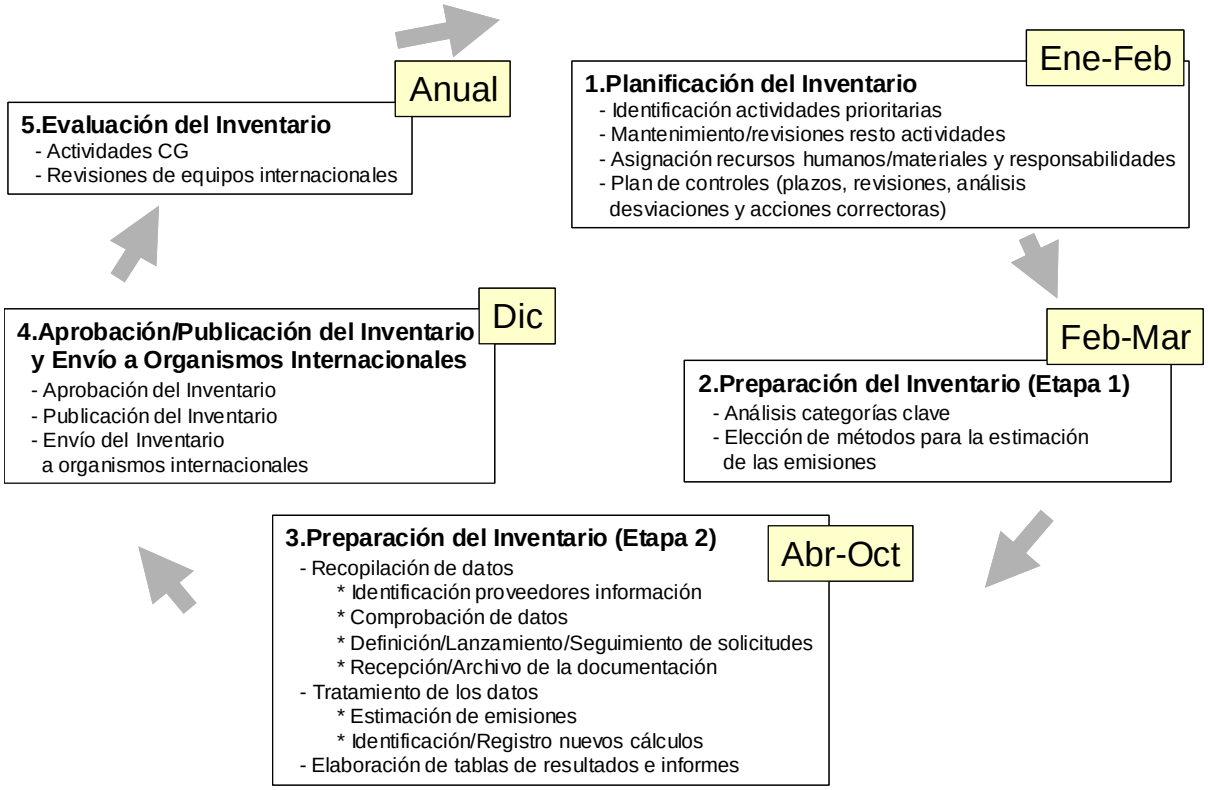
a) Análisis, interpretación e integración de resultados provenientes de distintas fuentes de información y entre ellos especialmente los de clase de usos del suelo (y cambios de uso) derivados de las explotaciones cartográficas y los de los registros y estadísticas.

b) Implementación, en su caso, de las nuevas metodologías aplicables sobre la base de la disponibilidad de nueva información y de los recursos asignables, lo que constituye una circunstancia muy presente en esta área de nuevo desarrollo del Protocolo.

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

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

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



1.3.- Preparación del Inventario

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

El proceso de elaboración del Inventario se desarrolla a lo largo de una serie de etapas en las que se incluyen: la identificación de categorías clave, la elección de métodos, la recopilación de información, el tratamiento de la información, la presentación de resultados y evaluación de incertidumbre, y la validación del Inventario. Estas etapas se describen en los subepígrafes siguientes.

1.3.1.- Identificación de categorías clave

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

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

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

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

Criterios de elección de métodos

El método de estimación de las emisiones depende de la naturaleza de la actividad considerada y, en este aspecto, muy especialmente de la consideración o no de la misma como categoría clave y de la disponibilidad de la información de base. La elección del método se orienta en cada caso a obtener el resultado más exacto y preciso de las emisiones de cada actividad examinada con un plan de mejora progresiva a lo largo del tiempo, yendo a enfoques (tiers) cada vez más avanzados.

Se ha seguido en gran medida el esquema del árbol de decisiones para la elección de método que, para las distintas actividades, se propone en las correspondientes secciones de las Guías IPCC de Buenas Prácticas de 2000 (general) y de 2003 (LULUCF para el

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

Convenio y para el Protocolo de Kioto) y en algunas actividades, cuando se ha considerado como mejora sustancial y con posibilidad de aplicación, se ha seguido la Guía IPCC de 2006. Estas guías de IPCC han sido complementadas en cuanto a información específica de algoritmos y factores de emisión con las siguientes fuentes de referencia generales: Libro Guía EMEP-CORINAIR, Guía AP-42 de EPA-EEUU, otras fuentes de referencia más secundarias y, por supuesto, las metodologías nacionales (tiers avanzados con especificidades nacionales) que se consideren una mejora sobre las expuestas en aquellas referencias generales.

Tipología de los métodos

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

I) Métodos basados en datos de emisiones observadas

   a. Medición continua

   b. Medición a intervalos periódicos

II) Métodos basados en procedimientos de cálculo

   a. Balance de materiales

   b. Modelización/correlación

   c. Factor de emisión

Revisión de metodologías

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

1.3.3.- Recopilación de datos

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

Para la recopilación de datos de actividad se parte de:

- La nomenclatura de actividades y contaminantes y de la elección del método de estimación de las emisiones.

- La identificación de entidades o fuentes de información relacionadas con cada actividad de la nomenclatura.

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

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

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

Identificación de los proveedores de información

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

Comprobación de datos

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

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

Definición de solicitudes

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

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

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

Lanzamiento y seguimiento de solicitudes

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

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

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

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

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

Recepción de solicitudes

Sobre los envíos recibidos, se hace un examen formal externo con el fin de detectar posibles omisiones o carencias que en su caso motivarán un bucle hacia el sistema de lanzamiento de peticiones con el objetivo de subsanar esas deficiencias. A continuación, se realiza la recepción de información, y se notifica a las entidades que la han facilitado acuse

de recibo de la misma, así como que se va a realizar una validación preliminar de los datos facilitados, que se completará con los tests posteriores que se realicen en la etapa de tratamiento de los datos. Alternativamente, para las entidades que no hayan facilitado en plazo la información solicitada, se hará una notificación de carencia de información para ser procesada en la edición en curso.

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

Archivo de la documentación

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

Se sigue un procedimiento estandarizado que comprende:

- Organización y puesta en servicio de la documentación a medida que vaya siendo generada por el proyecto.

- Clasificación y mantenimiento de los documentos con información sustantiva en archivo estructurado.

- Descripción de la documentación, contenido y palabras clave para facilitar su consulta posterior.

- Instalación física que garantiza su fácil recuperación y conservación.

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

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

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

1.3.4.- Tratamiento de los datos

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

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

Los datos de actividad, factores de emisión y procedimientos de cálculo están implementados en la base de datos ORACLE del Inventario donde se gestiona el tratamiento de los datos y se genera la estimación de las emisiones. Sin embargo, existen procedimientos de cálculo previos que se realizan en módulos externos a la base de datos, y que mayoritariamente están soportados en herramientas del tipo hojas de cálculo y bases de datos auxiliares[15].

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

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

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

Base de datos: contenidos de información

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

- Ampliación, si es preciso, del esquema relacional con la representación de los nuevos conjuntos de datos recibidos.

- Verificación e integración de los datos en la base de datos:

    · Aplicación de los criterios de coherencia interna de los datos de cada bloque de datos. Se identifican las ausencias de información, se detectan los datos anómalos (erróneos o sospechosos de serlo), y se establece comunicación con el proveedor con el objetivo de conseguir la información ausente, diagnosticar la información identificada como anómala, y corregir la información errónea.

    · Aplicación de los criterios de coherencia de los conjuntos de datos proporcionados por los distintos proveedores. Se identifican los conjuntos de

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

datos potencialmente incompatibles y se establece comunicación con los proveedores con el objetivo de resolver las contradicciones aparentes.

- Integración en la base de datos de la información validada.

Base de datos: algoritmos de cálculo

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

Estimación de las emisiones

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

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

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

Identificación y registro de nuevos cálculos

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

En el proceso de preparación del Inventario, durante la etapa de elección de los métodos, se revisa la metodología empleada en la edición anterior del Inventario. Dicha revisión puede llevar al replanteamiento de la metodología empleada para alguna de las actividades del Inventario. Los replanteamientos de metodologías pueden dar lugar a la realización de nuevos cálculos que pueden afectar a toda o parte de la serie temporal. Por otra parte, pueden originarse nuevos cálculos como consecuencia de la actualización de datos de base (nueva información disponible o subsanación de errores advertidos).

En la aplicación antes mencionada, se registran tanto los replanteamientos de metodologías que dan lugar a nuevos cálculos como los propios nuevos cálculos a realizar sobre los datos de emisiones de la serie temporal afectada, indicando el origen de la propuesta (verificación interna o notificación externa), motivo (corrección de error, cambio de metodología, cambio factor de emisión/algoritmo, cambio variable de actividad, cambio

categoría fuente), la discusión planteada para la aceptación o no de la implantación del nuevo cálculo, el replanteamiento formulado, los aspectos afectados (aspectos horizontales, grupo/s, subgrupo/s, o actividad/es SNAP afectadas), sustancias afectadas, ítems afectados (variables de actividad, algoritmos de estimación, emisiones) y años afectados.

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

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

1.3.5.- Elaboración de tablas de resultados e informes

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

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

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

A) Informe sobre emisiones de gases de efecto invernadero

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

Estos informes contienen:

· Emisiones antropogénicas de CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC y SF_6 (año x-2).

· Datos provisionales CO, SO_2, NO_X y COVNM (año x-2 y definitivos x-3).

· Emisiones y absorciones de usos y cambios de usos en suelos (año x-2).

· Descripción de metodologías y fuentes de datos utilizados (Anexo I Decisión. 2005/166/CE).

· Información sobre el plan de control de calidad y de garantía de calidad.

· Evaluación de la incertidumbre.

- · Descripción e interpretación de tendencias.
- · Medidas para mejorar las estimaciones.
- · Información de los indicadores.
- · Modificaciones sistema nacional.
- · Presentación datos CRF (Common Reporting Format) + IIN (Informe Nacional de Inventario).

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

- Comunicación anual a la Comisión de la Unión Europea.
  - · Emisiones antropogénicas SO_X, NO_X, COVNM y NH_3.
  - · Metodología EMEP/CORINAIR.
  - · Presentación de los datos en tablas NFR (Nomenclature for Reporting) con especificidades sectoriales y territoriales.

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

- Informe anual a la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas. Programa EMEP.
  - · Emisiones antropogénicas SO_X, NO_X, COVNM, NH_3, CO, Material particulado, metales pesados y contaminantes persistentes. Desglose por focos puntuales y desagregación por malla EMEP.
  - · Metodología EMEP/CORINAIR.
  - · Presentación de los datos en tablas NFR.

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

1.3.6.- Aprobación del inventario

Para la aprobación del inventario se sigue el procedimiento establecido conforme al ACDGEE-2007 anteriormente referenciado en el epígrafe 1.2.1.a. La propuesta de Inventario Nacional de Contaminantes a la Atmósfera, elaborada por la DGCEA, es remitida por la Ministra de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino a la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos.

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

1.3.7.- Aspectos específicos más relevantes de la información de base complementaria para el Protocolo de Kioto.

En lo que se refiere a la información suplementaria para el Protocolo de Kioto se ha seguido como referencia de base la metodología de la Guía IPCC de 2003 para LULUCF, tratando de buscar la máxima coherencia de lo reportado bajo el Art 3 párrafos 3 y 4 con lo reportado más globalmente sobre LULUCF a la Convención.

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

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

Por lo que se refiere a las actividades sujetas al Art. 3 párrafo 4 elegidas por España y que son: i) la gestión forestal; y ii) la gestión de tierras agrícolas, la preparación y gestión del inventario es diferente en cada caso. Para la gestión forestal se combina la información cartográfica que delimita superficialmente la clase “bosque” (forest) en el sentido del Protocolo de Kioto con la información de los inventarios forestales para estimar la variación de carbono en el depósito principal, la biomasa viva. Para los depósitos de madera muerta y de detritus, ambos sobre el suelo del bosque, se argumenta que no constituyen fuente emisora neta de carbono, por lo que se opta por su no inclusión en el cómputo en esta edición del inventario. En cuanto a las actividades de gestión de tierras agrícolas la información de base de las clases de tierras consideradas se obtiene de ESYRCE por muestreo estratificado sobre las respectivas áreas territoriales con frontera geográfica georreferenciada que las contienen, las Comunidades Autónomas.

No se han realizado recálculos en esta edición 2010 del inventario por ser la primera en la que se informa sobre los contenidos sujetos al Art. 3 párrafos 3 y 4.

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

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

1.4.1.a.- Principios de desarrollo del inventario

A continuación se comenta el desarrollo dado en esta edición 2010 a los principios que deben tenerse en cuenta en la elaboración de los inventarios, tanto para la Convención como para el Protocolo de Kioto.

Homogeneidad temporal

Una característica importante del proceso de la elaboración de los inventarios ha sido el énfasis puesto para garantizar que, en la medida de lo posible, la serie temporal 1990-2008 fuera homogénea a lo largo de los años con la metodología actualizada de "Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero", versión revisada en 1996 (Manual de Referencia 1996 IPCC), y con la "Guía IPCC de Buenas Prácticas para la Elaboración de los Inventarios", editada en 2000 (Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC), y la "Guía IPCC de Buenas Prácticas para la estimación de las emisiones y absorciones relacionadas con el Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura", editada en 2003 (Guía de Buenas Prácticas LULUCF 2003 IPCC). Las emisiones y absorciones ahora estimadas por tipo de gas han sido expresadas en términos de CO_2-equivalente con los factores de ponderación de poder de calentamiento atmosférico (a horizonte de 100 años) de la edición revisada IPCC de 1995.

Realización de nuevos cálculos

El objetivo de coherencia temporal anteriormente mencionado ha motivado la realización de nuevos cálculos de las series enviadas en la entrega de 2009 que abarcaba el período 1990-2007. Esta revisión, cuya cuantificación se presenta en el capítulo 10 de este informe (IIN) y en las tablas 8(a) y 8(b) del CRF Reporter, ha contribuido sin duda alguna a una mejora significativa de la fiabilidad de las cifras de emisiones y de las tendencias temporales de ellas derivadas. La información básica para el año 2008 es, en parte, provisional (cifras de avance en algunos sectores), por lo que se anticipa que las estimaciones realizadas para dicho año serán presumiblemente recalculadas cuando se disponga de los datos definitivos.

Coherencia

La coherencia en la estimación de las emisiones de CO_2 derivadas de las actividades de combustión ha sido especialmente tenida en cuenta a lo largo de todo el proceso de tratamiento de las actividades que utilizan combustibles fósiles. La cantidad de combustibles utilizados con fines energéticos, y que afecta en consecuencia a la estimación del consumo de combustibles utilizados sin fines energéticos en el sector "Procesos Industriales", ha sido contrastada con la información de los años disponibles del Balance Energético Nacional según aparece en las publicaciones "Energy Balance Sheets" de EUROSTAT y "Energy Statistics" de la Agencia Internacional de la Energía y ha sido además revisada con información específica a nivel de planta en un conjunto de grandes focos puntuales (principalmente del sector químico). Las emisiones de CO_2 derivadas de la combustión de la biomasa se reseñan dentro de los *ítems Pro-memoria* (*Memo ítems*), aunque siguiendo la metodología IPCC no se computan en el total nacional de emisiones de CO_2. El *enfoque de referencia*, mostrado en las Tablas 1.A(b) y 1.A(c) del CRF, puede, en este sentido, considerarse como un test de coherencia para la estimación de las emisiones de CO_2 derivadas de los procesos de combustión.

Mención especial merece la reestimación completa que se ha realizado en el transporte por carretera como consecuencia de una revisión mayor en la metodología (paso de COPERT 3 a COPERT 4) y en la utilización de datos de parque circulante, en determinadas categorías de vehículos, en sustitución de la utilización exclusiva en la anterior edición del inventario de datos de parque registrado.

Asimismo se han efectuado cambios, manteniendo igualmente el principio de coherencia temporal, en el sector "Agricultura", al haberse implementado parcialmente (en porcino y aves) una revisión metodológica mayor en subsector ganadería pero que afecta también a la categoría de suelos agrícolas.

En el sector "Residuos" se ha tenido en cuenta también para garantizar la coherencia temporal las revisiones realizadas en las cantidades de residuos depositadas en vertedero y del biogás generado y captado, en los vertederos que realizan captación de biogás.

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

Exhaustividad

La exhaustividad se ha evaluado según la tipología de status de estimación recomendada por la metodología IPCC: *NO* (no ocurren), *NE* (no estimadas); *NA* (no se aplica); *IE* (incluidas en otra parte); *C* (confidencial), *0* (inferior a la mitad de la unidad utilizada). Como valoración general puede decirse que el objetivo de exhaustividad se ha conseguido satisfactoriamente, con las salvedades de que: i) en la categoría de "Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura", aunque se ha estimado la serie temporal completa de superficies y cambios de superficies entre categorías de uso del suelo, no se han podido estimar los flujos de emisión y absorción de todas las subcategorías de las categorías 5B a 5E, y ii) para los gases fluorados (HFC, PFC, SF_6) no se han podido estimar

las emisiones potenciales por carencias de información detallada específica sobre los flujos de comercio exterior (importaciones e importaciones) por tipo de gas.

Incertidumbre/calidad de la estimación

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

Transparencia

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

1.4.1.b.- Metodología general

Los datos mostrados en el conjunto de tablas CRF Reporter de esta edición contienen toda la información relevante sobre las emisiones/captaciones de gases de efecto invernadero directo e indirecto producidas en España en el periodo 1990-2008.

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

Los enfoques para la estimación de las emisiones recomendados tanto en las “Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996” como en la “Guía de IPCC de Buenas Prácticas y Control de Incertidumbre en las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero, editada en 2000”, y en la “Guía IPCC de Buenas Prácticas para la estimación de las emisiones y absorciones relacionadas con el Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura”, editada en 2003, se adoptaron para todas aquellas actividades para las cuales dichos enfoques se consideraban los más ajustados, teniendo en cuenta los recursos y datos disponibles. En los casos en que se disponía de un enfoque nacional juzgado más adecuado que el enfoque IPCC alternativo, se adoptó, conforme a las propias recomendaciones de IPCC, el enfoque nacional. Así, con respecto a los cruces de tipo de gas y actividad emisora se han adoptado los enfoques que seguidamente se indican en el apartado siguiente.

Metodologías aplicadas por categoría de actividad IPCC

Energía: Procesos de Combustión

Se ha aplicado, para la estimación de las emisiones de CO_2, siempre que ha habido información disponible el balance de masas de carbono, tomando para las características de los combustibles los parámetros nacionales más específicos, facilitados en su caso por las propias fuentes emisoras, caso de los Grandes Focos Puntuales, o derivados de las especificaciones de los combustibles estándar

Para los restantes contaminantes se han utilizado:

- Factores de emisión de CH_4 y N_2O tomados, para las fuentes de combustión estacionarias y fuentes móviles (excepto tráfico por carretera), en su práctica totalidad de las referencias de IPCC, EMEP/CORINAIR, CITEPA, y API (American Petroleum Institute) Compendium, complementadas para las emisiones de CH_4 de los motores estacionarios de gas natural con información sobre factores de emisión facilitada por los principales proveedores de este tipo de instalaciones.

- Factores de emisión de COVNM y CO tomados, para las fuentes de combustión estacionarias y fuentes móviles (excepto tráfico por carretera), en su práctica totalidad de EMEP/CORINAIR, complementadas para las emisiones de NO_x, COVNM y CO de los motores estacionarios de gas natural con información sobre factores de emisión facilitada por los principales proveedores de este tipo de instalaciones.

- Factores de emisión y algoritmos de estimación, para el tráfico por carretera, tomados de COPERT 4 para todos los contaminantes inventariados de este modo de transporte.

- Estimaciones disponibles basadas en medidas directas, casos principalmente del SO_2 y NO_X de los Grandes Focos Puntuales.

- Estimaciones basadas en balance de masas, caso principalmente del SO_2 en las emisiones de fuentes móviles, y de fuentes estacionarias sin tecnologías de desulfuración.

Energía: Emisiones Fugitivas

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

- Emisiones de CO_2 en los procesos (no combustivos) de transformación de combustibles, principalmente en coquerías y refino de petróleo.

- Emisiones de CH_4 en la minería y uso del carbón.

- Emisiones de CH_4, COVNM, y CO_2 en el transporte y distribución de gas natural y otros combustibles gaseosos (aire metanado/propanado, propano, gas de fábrica).

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

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

Procesos Industriales

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

Un caso particular en las estimaciones de CO_2 corresponde a los procesos de fabricación de ferroaleaciones y silicio metal para los cuales las propias plantas han facilitado factores de emisión de CO_2 por planta y producto fabricado, teniendo en consideración en estos factores de emisión solamente la fracción de origen fósil de las emisiones generadas (véase sección 4.5.2 apartados d) y g)).

En el caso de las emisiones de N_2O en la fabricación de ácido nítrico se ha tomado la información sobre mediciones de este contaminante y sobre las técnicas de reducción de las emisiones facilitadas para el año 2008, vía cuestionario individualizado, por las plantas actualmente en funcionamiento, habiéndose derivado un factor de emisión para cada planta en el periodo 1990-2007. Para las restantes plantas se ha utilizado un factor de emisión facilitado por la Federación Empresarial de la Industria Química en España (FEIQUE) (para un mayor detalle véase la sección 4.6.2).

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

Para la estimación de las emisiones de gases fluorados (HFC, PFC y SF_6), se adoptó la metodología de IPCC denominada *enfoque real* (*actual approach*). El *enfoque potencial* (*potential approach*) complementario no se consideró viable ya que en el nivel máximo de desagregación de la nomenclatura de comercio exterior no se pueden identificar (y también resulta tremendamente complejo hacerlo en la propia cadena de importadores-distribuidores-exportadores) las transacciones comerciales por tipo de gas individual, es decir de:

- HFC-23; HFC-32; HFC-125; HFC-134a; HFC-143a; HFC-152a; HFC-227ea, HFC-236fa dentro del grupo de los HFC;

- CF_4; C_2F_6; C_3F_8; C_4F_{10}; dentro del grupo de los PFC; y

- SF_6

Uso de Disolventes y Otros Productos

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

Agricultura

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

- En la estimación de las emisiones de CH_4 provenientes de la fermentación entérica del ganado, se ha seguido la metodología IPCC, con enfoque avanzado (tier 2) para el vacuno y ovino, y enfoque simple (tier 1) para el resto de animales. En el caso del porcino se ha implementado en esta edición del inventario el paso a un enfoque más avanzado (tier 3) utilizando parámetros nacionales relacionados con la dieta alimentaria, las características productivas, las necesidades energéticas, la relación entre energía y proteína y los sistemas de gestión de los estiércoles.

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

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

En este grupo se ha realizado un progreso muy notable en la presente edición del inventario. Además de informar de los sumideros de CO_2 en el bosque que se mantiene como bosque se informa de los sumideros en las actividades de forestación/reforestación que implican el paso de tierras con un uso anterior distinto del forestal a bosque en transición. En cuanto a los asentamientos, se informa de la conversión a este tipo de uso de tierras que anteriormente estaban clasificadas como tierras de cultivo, pastizales, otras tierras y bosques. También se informa del paso de tierras de cultivo a pastizales y a otras tierras, y finalmente del paso de pastizales a tierras de cultivo. En tierras agrícolas, aunque la mayoría de la superficie se encuentra en balance neutro de carbono, se han identificado superficies en las que se desarrollan prácticas específicas de gestión que resultan en flujos de emisiones/absorciones; en estas prácticas se distingue entre las de transiciones entre cultivos herbáceos y leñosos y las prácticas de gestión de suelos de cultivos leñosos. En todos estos cambios en que se ha producido una variación importante en los depósitos de carbono por el cambio de uso se estiman las emisiones o absorciones de CO_2 asociadas a los mismos. En el caso de incendios forestales se informa de las emisiones de GEI distintos de CO_2.

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

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

Como información de base más relevante de tipo registral y estadístico se han utilizado las siguientes fuentes: el Inventario Forestal Nacional, las Estadísticas de Forestación de Tierras Agrícolas y de Repoblaciones Forestales, y la Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE).

Residuos

Las emisiones de CH_4 y N_2O, emitidos en las actividades de tratamiento y eliminación de residuos se han estimado siguiendo la metodología IPCC. La actividad más relevante en las emisiones ha sido la de depósito en vertedero de los residuos sólidos urbanos, diferenciando entre depósitos en vertederos gestionados y no gestionados. La estimación de la emisión de metano, debida a la degradación anaerobia de la fracción orgánica de los residuos, se ha estimado siguiendo la ecuación cinética de primer orden de IPCC. En el caso de los vertederos controlados que realizan captación de biogás se ha recogido

(mediante cuestionario individualizado) y procesado la información a nivel de planta[16]. Por lo que se refiere a las actividades de tratamiento de las aguas residuales urbanas e industriales, se han seguido también las guías IPCC para la estimación de las emisiones de CH_4 en las líneas de tratamiento de aguas y en las líneas de tratamiento de lodos. Otras fuentes estimadas en el sector se refieren a las emisiones de N_2O por el consumo humano de proteínas, estimación realizada según IPCC, y la incineración de residuos cuya estimación de las emisiones se ha realizado según las guías de EMEP/CORINAIR[17] habiéndose incorporado en esta edición una nueva estimación, que afecta a todo el periodo inventariado, del factor de emisión de CO_2 fósil a partir de un balance macroscópico de los residuos tratados en cada una de las instalaciones de incineración de residuos urbanos (véase para más detalle el Capítulo 8-Residuos, punto 8.4.1.2.c).

Tratamiento del carbono almacenado en productos combustibles

El consumo de productos combustibles para uso no-energético aparece contabilizado en el balance de combustibles bajo el epígrafe homónimo. Las cantidades de cada tipo de combustible reseñadas en dicho epígrafe se incorporan en el análisis del *enfoque de referencia* (*reference approach*) haciendo de cada una de ellas el oportuno desdoblamiento en dos fracciones: a) la que queda almacenada en productos; y b) la que presumiblemente se libera a corto plazo dando lugar a las correspondientes emisiones de CO_2, según el mencionado *enfoque de referencia*.

Tratamiento de los bunkers internacionales de combustibles

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

La fuente de referencia principal para recopilar la información relativa al consumo anual de combustibles, diferenciado por modo de transporte y tipo de combustible, ha sido el balance energético de la Agencia Internacional de la Energía, complementado con el cuestionario de productos petrolíferos remitido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC) a los organismos internacionales, AIE y EUROSTAT. Los datos de base, expresados en unidades físicas (kilotoneladas), se han convertido a unidades de energía de poder calorífico inferior (TJ_{PCI}) atribuyendo a los combustibles consumidos unas características estándares[18].

---

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

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

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

Para una descripción de la metodología de cálculo y factores de emisión adoptados se remite a los apartados del capítulo sectorial de "Energía" relativos al tráfico aéreo y navegación nacional. (apartados 3.6 y 3.8).

Consecuencia de las acciones actualmente en desarrollo para la mejora de la estimación del tráfico aéreo y marítimo nacional[19], se plantea una futura revisión de la distribución entre los segmentos nacional e internacional del consumo total reportado por las estadísticas para tráfico aéreo y marítimo y, por consiguiente, de la serie histórica del consumo asignado a búnkeres aéreos y marítimos internacionales.

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

Las metodologías desarrolladas para el sector LULUCF del Protocolo de Kioto siguen esencialmente las líneas del sector LULUCF-Convenio. Estas metodologías se describen en detalle en el Capítulo 7. Sobre ellas las particularidades que introduce LULUCF-PK son las relacionadas con la jerarquía de las tierras sujetas al artículo 3.3 (deforestación y forestación/reforestación) y de las actividades elegidas por España sujetas al artículo 3.4 y que según orden de prioridad son la "gestión forestal" y la "gestión de tierras agrícolas".

Adicionalmente en LULUCF-PK hay que resaltar el hecho del establecimiento de un techo para la contabilización de sumideros en la gestión forestal, techo que en el caso de España será con toda probabilidad un techo efectivo, pues los sumideros contabilizados en gestión forestal exceden con mucho el valor del techo. Por otra parte, conviene resaltar que las emisiones que se generen en las conversiones de tierras agrícolas a otros usos (distinto de forestal) deben a partir de 2008 ser contabilizadas dentro de la gestión de tierras agrícolas.

1.5.- Breve descripción de las categorías clave

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

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

[19] Véanse los apartados 3.6.6 y 3.8.5 correspondientes a los planes de mejora para mayor detalle.

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

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

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

La identificación de fuentes clave se ha realizado, en primer lugar, para el conjunto de categorías del inventario con exclusión de las correspondientes al sector LULUFC-Convenio y, en segundo lugar, se han considerado adicionalmente a las anteriores las correspondientes a las actividades de LULUFC-Convenio. La determinación cuantitativa de las categorías clave se ha desarrollado para el año de referencia 90/95 y para el año 2008.

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

- Las emisiones de CO_2 por combustión dentro del Sector Energía (excluyendo las originadas por transporte) se han desglosado cruzando el grupo de combustibles, según clasificación en grandes categorías: sólidos, líquidos, gaseosos y otros, con las siguientes subcategorías: centrales térmicas (1A1a), refinerías de petróleo (1A1b), transformación de combustibles sólidos (1A1c), sector industria (1A2) y otras fuentes (1A4). De forma análoga las emisiones de CH_4 y de N_2O se han discriminado por grupo de combustible y fuente de actividad emisora, estableciendo en este caso las siguientes subcategorías: generación de energía y transformación de combustibles (1A1), sector industria (1A2) y otras fuentes (1A4).

- Dentro del tráfico por carretera, las emisiones de CO_2 se han desagregado en tres grandes categorías en función del tipo de combustible, analizando por separado las aportaciones de los vehículos diesel, de los vehículos de gasolina y del parque de combustibles gaseosos (gas natural y GLP).

- Con relación a las emisiones fugitivas en el Sector Energía, se han diferenciado las emisiones para cada una de las subcategorías que la componen, combustibles sólidos (1B1) y productos petrolíferos y gas (1B2), por tipo de contaminante, CO_2 y CH_4.

- Para asegurar un análisis exhaustivo del inventario se ha ampliado el índice de categorías expuestas en la tabla 7.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC adaptándola a la relación de fuentes emisoras nacionales de contaminantes con poder de calentamiento atmosférico. En el conjunto de nuevas categorías incluidas con este objeto cabe señalar la presencia de actividades identificadas como fuentes clave por su valor absoluto y/o su tendencia, entre otras:

  - Producción de dolomita y piedra caliza (2A3) por el gas CO_2
  - Otros procesos industriales, donde se excluyen la producción de cemento (2A1), cal (2A2), dolomita y piedra caliza (2A3), y siderurgia (2C1), por el gas CO_2
  - Consumo de halocarburos y SF_6 (2F) por los gases HFC y PFC
  - Uso de disolventes y de otros productos (3) por el gas CO_2
  - Emisiones de suelos agrícolas asociadas a producción animal (4D2) por N_2O

Para desarrollar el análisis cuantitativo se ha evaluado la significación de una categoría en el inventario con las medidas definidas en la Guía 2006 IPCC (ecuaciones 4.1 a 4.4). A partir de las funciones propuestas se calcula para cada categoría una distancia a los valores absolutos totales (a la tendencia global con respecto al año de referencia 90/95[20]) del inventario. Mediante la ordenación decreciente de las distancias asociadas se determina una relación de las categorías en función de su influencia al nivel (tendencia) del inventario, definiendo como clave por nivel (tendencia) aquellas categorías contempladas dentro de los umbrales prefijados en la Guía 2006 IPCC (apartados 4.3.1 y 4.3.2). Para una presentación detallada de los resultados de la identificación de categorías clave se remite al Anexo 1 (véanse tablas A.1.1 a A.1.12).

Desde un punto de vista operativo la citada guía establece dos enfoques o niveles para abordar la identificación de las categorías clave. El enfoque de nivel 1 se orienta a determinar la influencia que, ya sea en valor absoluto o en la tendencia de la serie, una categoría puede ejercer sobre la incertidumbre de la estimación global del inventario, pero sin necesidad de acudir a procedimientos formales de análisis de la incertidumbre[21]. El

---

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

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

(1) $$L_{x,t} = \left|E_{x,t}\right| \Big/ \sum_{y} \left|E_{y,t}\right|$$

enfoque de nivel 2 hace un planteamiento similar pero contando con que se dispone de la información previa derivada de un análisis formal de la incertidumbre[22]. En la edición actual del inventario, la identificación de categorías clave se ha realizado de forma complementaria, con los enfoques de nivel 1 y nivel 2, considerando una categoría clave para el inventario si ha sido identificada como tal en alguno de los dos niveles.

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

- el uso de HFC en las actividades de frío y refrigeración en las cuales se dispone de información escasa sobre la variable de actividad y donde, además, es presumible que se registre una expansión en el futuro a medida que los HFC desplacen en el uso a otras clases de gases, tales como CFC y HCFC, según estas últimas clases de gases finalicen sus periodos de posibilidad de utilización;

- las emisiones de N_2O del tráfico por la sensibilidad mostrada por el factor de emisión ante el contenido de azufre de las gasolinas, y que se evidencia en una

---

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

donde:
$L_{x,t}$ es la valoración de nivel para la categoría *x* en el año *t*
$T_{x,t}$ es la valoración de tendencia para la categoría *x* en el año *t*
$E_{x,t}$ y $E_{x,0}$ son las estimaciones de emisiones para la categoría *x* en el año *t* y año 0, respectivamente
E_t y E_0 son los totales estimados para el inventario en el año *t* y año 0, respectivamente
0 es aquí el "año de referencia 90/95" (véase nota anterior).

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

(1) $$LU_{x,t} = \left(L_{x,t} \cdot U_{x,t}\right) \Big/ \sum_y \left(L_{y,t} \cdot U_{y,t}\right)$$

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

donde:
$LU_{x,t}$ es la valoración de nivel para la categoría *x* en el año *t* con incertidumbre
$TU_{x,t}$ es la valoración de tendencia para la categoría *x* en el año *t* con incertidumbre
$L_{x,t}$ es la valoración de nivel para la categoría *x* en el año *t*
$T_{x,t}$ es la valoración de tendencia para la categoría *x* en el año *t*

reducción muy importante en los niveles de emisiones en el entorno del año 2000;

- la determinación de la contribución en los tráficos aéreo y marítimo del segmento doméstico respecto al tráfico total (doméstico más internacional), dado que en el caso del inventario español el porcentaje de combustible atribuido al tráfico doméstico aéreo es notablemente superior al porcentaje estimado mediante el uso de modelos de tráfico, como es el caso del modelo PAGODA desarrollado por EUROCONTROL;

- la determinación en el sector LULUCF de los flujos de emisión en el depósito de carbono orgánico de los suelos (COS) por la incertidumbre asociadas a los niveles de COS y a las variaciones del mismo ante cambios en los usos de la tierra

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

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

1.5.2.- Información suplementaria para el Protocolo de Kioto

La identificación de categorías clave se ha realizado para el conjunto de categorías del inventario, incluyendo el sector LULUCF-PK. Dado que esta cobertura de LULUFC tiene un interés específico en la evaluación del cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Kioto, se ha realizado complementariamente una identificación de categorías clave específica para el sector LULUCF-PK en sí mismo. La determinación cuantitativa de las categorías clave se ha desarrollado para el año 1990 y para el año 2008.

Debe advertirse que para el inventario con LULUCF-PK y para el propio sector LULUCF-PK se presenta en el Anexo 1 (véanse tablas A.1.13 a A.1.20) la relación de categorías clave sobre el nivel, y no sobre la tendencia, puesto que de LULUCF-PK sólo se dispone de información para los años 1990 y 2008 lo que impide por del momento el análisis de la tendencia.

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

1.6.1.- Planteamiento

El plan de control y garantía de calidad se orienta a seguir los principios generales de buenas prácticas comúnmente aceptadas, con el fin de que el Inventario reúna los siguientes requisitos: presentación en plazo, exhaustividad (respecto a cobertura de

actividades y contaminantes), coherencia (transversal y en series temporales), comparabilidad (con otros inventarios), exactitud y precisión, transparencia y mejora continua.

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

El plan de control y garantía de calidad se concibe como un documento interno para organizar las actividades de verificación y CC/GC de manera que se garantice la mejora continua del inventario y de que este resulte adecuado a sus objetivos. Es por ello que el plan está concebido como un elemento vivo que, aunque sirve inicialmente como punto de partida para las especificaciones de la siguiente edición del inventario se revisa, con periodicidad mínima anual, para recoger los cambios que ocurran en las actividades y procesos a inventariar, detectados por el equipo de trabajo del inventario, y adicionalmente para recoger las recomendaciones de los equipos revisores externos. Esta revisión periódica del plan de control y garantía de calidad, para ajustarlo a los cambios procedimentales recomendados, es un elemento importante para asegurar la contribución del mismo a la mejora continua del sistema de CC / GC. El plan de control y garantía de calidad afecta a todas las etapas de realización del inventario.

1.6.2.- Objetivos

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

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

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

b) Exhaustividad.

Se hace referencia en este principio al objetivo de que el Inventario sea tan completo como sea posible en inclusión de emisiones estimadas para todos los cruces de actividad y contaminante en que ocurran emisiones, y adicionalmente que se cumplimente con las

etiquetas apropiadas (NO = no-ocurre; NA = no-aplicable; IE = estimado en otra celda; CE = confidencial; y NE =no-estimado) para los casos que no desemboquen en una estimación positiva (emisión o absorción).

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

c) Coherencia (transversal y en series temporales).

El objetivo de coherencia transversal se refiere al uso de una misma variable o parámetro en el conjunto de categorías del Inventario que la comparten. Este objetivo se asegura con la introducción una sola vez de esa variable o parámetro en la base de datos, garantizando el acceso común a la misma por cualesquiera algoritmos o módulos procedimentales que requieran su uso.

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

d) Comparabilidad.

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

e) Exactitud y precisión.

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

mejoras se integran en la medida pertinente las recomendaciones efectuadas por las entidades que desarrollen los procedimientos de garantía de calidad.

f) Transparencia.

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

g) Mejora del inventario.

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

1.6.3.- Organismo responsable

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (DGCEA) del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, como Autoridad Nacional del Sistema de Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera (Orden MAM/1444/2006) es el organismo responsable del sistema de control y garantía de calidad del Inventario y cuenta para este fin con el apoyo de una asistencia técnica específica para la realización de las tareas que conlleva este sistema, asistencia que tiene asignadas claramente responsabilidades y tareas y cuenta con personal específico cualificado, dedicado a la implantación del sistema de control y garantía de calidad.

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

- Coordinar las actividades de CC y GC para el Inventario nacional

- Recoger y referenciar los procedimientos internos de CC y GC que desarrollan los proveedores de información y otras organizaciones que colaboran en el SEI.

- Asegurar que se elabore y aplique el plan de CC/GC.

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

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

Elección de los métodos para la estimación de las emisiones

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

- Registro del plan de diseño: en el que constan las fases de realización del Inventario, los participantes en cada fase y las tareas a desarrollar así como las modificaciones experimentadas.

- Registro del plan de revisión de metodologías: en el que se incluye para cada categoría fuente, el enfoque metodológico actual, y si se va a revisar o no dicho enfoque.

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

Recopilación de datos

a) Controles de calidad

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

Examen de exhaustividad

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

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

Comprobación de datos de contacto de los proveedores

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

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

Seguimiento de solicitudes

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

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

Comprobación de la integridad de la documentación de base recibida

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

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

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

b) Registros generados

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

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

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

Tratamiento de los datos

a) Controles de calidad (nivel 1)

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

Comprobación de errores de trascripción en entrada de datos

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

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

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

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

  · Para las variables de actividad con desagregación (sectorial / geográfica) en la fuente original se realiza un control sobre el(los) agregado(s) (sectorial / geográfico) para verificar coincidencia entre datos en la fuente original y en la base de datos. En caso de discrepancia se realiza una investigación por niveles sucesivos de desagregación hasta llegar al nivel en que se identifica la discrepancia.

  · Para las variables de actividad que se presentan a nivel agregado (en general poco voluminosas) se realiza un control por segunda grabación.

- En el caso de información voluminosa, se escanea. Tras el proceso de escaneado, se verifican los errores posibles tales como intercambio de “0” y “O”, desplazamiento de filas o columnas (suelen evidenciarse en cambios de orden de magnitud, identificables con los controles de atípicos). Alternativamente se realiza un segundo escaneo de mayor resolución para resolver las posibles anomalías remanentes.

Comprobación de que los algoritmos de estimación operan correctamente

Se realizan los siguientes controles:

- Para los algoritmos de baja o media complejidad, se realizan réplicas en hojas de cálculo para casos representativos

- Para los algoritmos de complejidad alta, se plantean réplicas simplificadas de los módulos o subrutinas más complejos.

- Investigación de anomalías reportadas por usuarios de la información procesada y facilitada del Inventario o de las actuaciones de aseguramiento de calidad.

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

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

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

Comprobación de integridad de la estructura de la base de datos

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

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

Comprobación de coherencia de información común para distintas fuentes

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

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

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

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

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

Comprobación de cambios metodológicos o de datos que implican nuevos cálculos

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

Comprobación de homogeneidad temporal de la serie

Para el control de homogeneidad de los datos de series temporales se han desarrollado y aplicado principalmente los métodos considerados adecuados de entre los reseñados en la tabla siguiente: observación visual, tasa de variación interanual, y regresión robusta tipo Thiel-Sen.

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

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

Comprobación de homogeneidad de corte trasversal

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

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

Comparación con estimaciones del año anterior

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

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

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

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

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

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

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

- Sobre los ratios producto / insumo (o sus inversos)
  - · En la transformación de la energía
  - · En la combustión industrial
  - · En los procesos industriales (sin combustión)
  - · En la producción agrícola y ganadera
  - · En la generación y tratamiento de residuos
- Sobre la composición de materias / combustibles:
  - · Materias / productos:

    Propiedades físico-químicas: densidad (líquidos), contenido carbonatos, contenidos de COV
  - · Combustibles:

    Propiedades físico-químicas: composición molar gases, composición base seca carbones, composición de referencia de productos petrolíferos, contenidos de carbono, poder calorífico

    Evolución del “mix” de combustibles (dependencia precios relativos)

    Balance de materiales, especialmente de carbono en los procesos industriales.

c) Registros generados

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

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

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

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

Elaboración de tablas de resultados e informes

a) Controles de calidad

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

b) Registros generados

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

1.6.5.- Sistema de garantía de calidad

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

El programa se materializa principalmente mediante las siguientes vías:

- Encomiendas específicas a institutos / técnicos para la revisión de calidad, centrándose en las categorías de fuentes principales o aquellas que han sufrido cambios en métodos de estimación o datos.

- Encomiendas sistemáticas a institutos especializados para la realización de trabajos de garantía de la calidad sobre actividades o substancias concretas del Inventario y relacionadas con el objeto social de dichos institutos.

- Adicionalmente se realizan revisiones en profundidad por expertos que participan en organismos de Inventarios de países similares, en grupos de trabajo de referencia de categorías principales de fuentes, o de las propias secretarías o paneles de los Convenios o Protocolos en cuestión.

Mención especial merece en este epígrafe el "Programa de garantía de calidad del inventario nacional de emisiones de contaminantes a la atmósfera" cuya encomienda fue asignada al Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)[23]. Este trabajo sobre garantía de calidad (GC) del inventario fue realizado por el CIEMAT durante los años 2007 y 2008[24]. En esta edición del inventario se han implementado determinadas recomendaciones del informe de GC citado del CIEMAT que se detallan en los correspondientes capítulos sectoriales 3 a 8.

Por facilidad de referencia se expone un esquema del contenido del citado informe que esencialmente se estructura en los dos bloques siguientes: i) aspectos generales del inventario; y ii) aspectos relacionados con el sector de la energía. De los dos bloques citados se presentan a continuación las conclusiones sobre los aspectos generales del inventario, mientras en el capítulo 3 de IIN se comentan los aspectos referentes a la energía.

Las conclusiones/recomendaciones generales para la mejora del inventario que se derivaron de dicho estudio (y en la medida de lo posible han sido ya o están siendo implementadas) son las siguientes:

a) Estructura y responsabilidad

   Búsqueda de una mayor claridad en la asignación de responsabilidades en la ejecución de tareas entre la DGCEA y el equipo de la Asistencia Técnica.

b) Fuentes de información

   Contrastación con las Comunidades Autónomas del censo de fuentes emisoras activas. Insistencia en la necesidad de que los suministradores de información documenten sus procedimientos de CC/GC.

c) Procedimientos de obtención de datos.

   Mayor sistematicidad y procedimientos automáticos en el procesamiento de los cuestionarios técnicos individualizados a plantas y a asociaciones empresariales.

d) Métodos de estimación de las emisiones.

   Mejora en el procedimiento de documentación de los métodos empleados y en el procedimiento seguido para la elección de los métodos. Explotación más avanzada de los resultados de cuantificación de la incertidumbre.

[23] Véase en este sentido referencia al CIEMAT en el epígrafe 1.2.3 de este capítulo.

[24] El informe del trabajo del CIEMAT puede consultarse en el archivo del SEI.

e) Sistema de garantía y control de calidad.

   Desarrollar más específicamente determinadas partes del sistema de calidad: registros, objetivos y manual de calidad.

f) Documentación, archivo y custodia.

   Asignación específica de responsable máximo de esta función en la DGCEA

g) Disponibilidad y acceso a la información del inventario

   Clarificación de los procedimientos de acceso a la información y entre ellos a la consulta en la WEB. Retorno de la información del inventario a los proveedores de contenidos del mismo, para su evaluación y aseguramiento de la calidad de los datos procesados.

1.6.6.- Tratamiento de la confidencialidad

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

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

El criterio numérico de mantenimiento de confidencialidad requiere que esta se mantenga si para un ítem del inventario (variable de actividad, datos socioeconómicos generales, datos tecnológicos, etc.) figura un número inferior a 3 agentes económicos.

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

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

1.7.- Evaluación general de la incertidumbre

La agregación de las emisiones/absorciones, ponderadas según los potenciales de calentamiento de cada gas considerado, se refleja en la estimación del valor central de la emisión neta conjunta del inventario. El valor central, constituye, sin embargo, sólo un indicador del nivel de la variable aleatoria que es la emisión neta estimada de cada cruce de actividad y gas. Para caracterizar la precisión de la estimación interesa establecer métodos de determinación de la incertidumbre de dicha estimación. La Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC y GBP-LULUCF 2003 de IPCC ofrecen dos enfoques para la cuantificación de la incertidumbre de cada actividad y gas, así como para la determinación de la incertidumbre de la emisión ponderada del inventario. El enfoque de nivel 1, que es el que se ha adoptado para la estimación de la incertidumbre en esta edición del inventario, aborda la determinación de la incertidumbre utilizando las ecuaciones de propagación del error en dos etapas.

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

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

donde:

U_E representa la incertidumbre asociada a la emisión/absorción

U_A representa la incertidumbre asociada a la variable de actividad

U_F representa la incertidumbre asociada al factor de emisión

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

En la segunda etapa se estima, de forma aproximada, la incertidumbre de un agregado a partir de las incertidumbres de los componentes, fuentes de actividad por contaminante, que integran el inventario. Esta estimación de la incertidumbre se efectúa en términos del nivel y, en términos de la tendencia, diferencia entre emisiones netas del año

corriente considerado y el "año de referencia 90/95"[25] (en lo sucesivo año 90/95), según se expresa en la ecuación [A7.2].

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

donde:

U_{Etotal} representa la incertidumbre asociada al agregado de emisiones/absorciones

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

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

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

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

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

La implementación del análisis de incertidumbre se ha desarrollado en dos niveles de cobertura: i) el total del inventario, incluyendo el sector LULUCF-Convenio; y ii) el conjunto de sectores del inventario con exclusión del sector LULUCF-Convenio. En ambos casos se ha estimado una incertidumbre sobre el nivel para el año 90/95 y los dos últimos años inventariados, 2007 y 2008, así como una incertidumbre sobre la tendencia para estos dos últimos años.

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

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

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

a) La banda de confianza al 95% para el nivel de las emisiones del agregado del inventario sin LULUFC es del orden del 16% en torno al valor central del año 90/95, y en torno al 11,0% para los años 2007 y 2008. Al incluir en el análisis las categorías de LULUCF se incrementan las incertidumbres hasta el 21% en el año 90/95 y el 14% en los años 2007 y 2008.

b) La banda de confianza al 95% para la tendencia de las emisiones del inventario sin LULUCF con respecto al año 90/95 es del orden del 5,4% para el año 2007 y del orden del 4,4% para el año 2008. La incertidumbre de la tendencia del inventario con LULUCF-Convenio se sitúa en el 7,8% para el año 2007 y en el 6,1% para el año 2008.

Tabla 1.7.1.- Bandas de confianza 95% del nivel y la tendencia de las emisiones del inventario

Inventario excluido LULUCF

Año	Valores absolutos(nivel)(Gg CO_2-e)					Índice de la tendencia sobre el año 90/95 = 100				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior		Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%		Valor	%	Valor	%
Año 90/95	287.357	241.994	-15,8	332.719	15,8	100	NA	NA	NA	NA
Año 2007	438.677	390.318	-11,0	487.035	11,0	152,66	144,42	-5,4	160,90	5,4
Año 2008	405.740	362.120	-10,8	449.360	10,8	141,20	135,04	-4,4	147,36	4,4

Inventario incluyendo LULUCF-Convenio

Año	Valores absolutos(nivel)(Gg CO_2-e)					Índice de la tendencia sobre el año 90/95 = 100				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior		Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%		Valor	%	Valor	%
Año 90/95	248.533	197.360	-20,6	299.705	20,6	100	NA	NA	NA	NA
Año 2007	388.736	335.710	-13,6	441.763	13,6	156,41	144,28	-7,8	168,55	7,8
Año 2008	353.969	303.476	-14,3	404.462	14,3	142,42	133,67	-6,1	151,18	6,1

1.7.2.- Información suplementaria para el Protocolo de Kioto

La implementación del análisis de incertidumbre se ha desarrollado en dos niveles de cobertura: i) el total del inventario, incluyendo el sector LULUCF-PK; y ii) el conjunto de actividades cubiertas en el sector LULUCF-PK. Los resultados de esta última determinación, con las actividades del sector LULUCF-PK, aparecen comentados en el capítulo 11 de este documento.

En ambos casos se ha estimado una incertidumbre sobre el nivel para el año 1990 y 2008, y no sobre la tendencia, puesto que de LULUCF-PK sólo se dispone de información para los años 1990 y 2008 lo que impide por del momento el análisis de la tendencia.

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

Como síntesis de resultados de la cuantificación de incertidumbre se presenta la tabla 1.7.2, de cuya observación pueden extraerse las siguientes conclusiones:

a) La banda de confianza al 95% para el nivel de las emisiones netas de LULUCF-PK en el año 1990 es del orden del 10% mientras que en el año 2008 se sitúa en torno al 90%. Este valor tan elevado de la incertidumbre de 2008 es en gran parte consecuencia de los valores muy altos de la incertidumbre de los factores de emisión y los niveles de flujo de emisiones/absorciones de las actividades de gestión de tierras agrícolas y de la conversión de tierras agrícolas a pastizales.

b) La banda de confianza al 95% para el nivel de las emisiones netas del inventario con LULUCF-PK en el año 1990 es del orden del 17% mientras que en el año 2008 se sitúa en torno al 12%.

Tabla 1.7.2.- Bandas de confianza 95% del nivel de las emisiones del Inventario con LULUCF-PK

LULUCF-PK

Año	Valores absolutos(nivel)(Gg CO_2-e)				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%
Año 1990	-2.399	-2.647	10,4	-2.150	-10,4
Año 2008	-15.245	-29.337	92,4	-1.152	-92,4

Inventario incluyendo LULUCF-PK

Año	Valores absolutos(nivel)(Gg CO_2-e)				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%
Año 1990	282.725	234.832	-16,9	330.617	16,9
Año 2008	390.495	344.432	-11,8	436.559	11,8

1.8.- Evaluación general de la exhaustividad

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

En la evaluación de la exhaustividad por actividades se ha seguido un criterio conservador en la asignación de las etiquetas *NE* (no estimadas) en relación con las asignaciones alternativas *NO* (no ocurren) y *NA* (no se aplica). Así, *NO* se ha asignado sólo cuando existe certeza de que la actividad en sí misma no se da en el territorio nacional, y *NA* se ha reservado para los casos en que existe un conocimiento fundado de que no se da

emisión en el cruce seleccionado de actividad emisora y gas emitido; en los restantes casos en que no se ha realizado estimación y no se han asignado otras etiquetas se ha hecho referencia a la situación con la etiqueta *NE*, aunque en buen número de estos casos pueda no haber emisión positiva (en general son casos en que no consta información sobre factores o algoritmos de estimación de las emisiones).

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

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

- Para los gases fluorados (HFC, PFC, SF_6) no se han podido estimar las emisiones potenciales por carencias de información detallada específica sobre los flujos de comercio exterior (importaciones e importaciones) por tipo de gas.

- En el sector LULUCF-Convenio:

    - No se han estimado flujos de emisión/absorción para el depósito de madera muerta y detritus forestales en el bosque, si bien se ha argumentado en el epígrafe 11.3.1.2 que dichos depósitos no resultan en fuente de emisiones.

    - No se han estimado flujos de emisión/absorción en depósito de carbono orgánico de suelos en las conversiones de tierras agrícolas, pastizales y otras tierras a bosque, si bien se considera que estas transiciones pueden resultar en un balance neutro de carbono o próximo al balance neutro.

    - No se han estimado flujos de emisión/absorción procedentes de los depósitos de biomasa subterránea, materia orgánica muerta y carbono orgánico de suelos en las conversiones de bosque, tierras de cultivo, pastizales y otras tierras a asentamientos. En el caso de los depósitos de los suelos, no consta una especificación clara de metodología adoptada por UNFCCC, y en los restantes depósitos el flujo dependerá de cómo se lleve a cabo la práctica de conversión de las tierras a asentamientos.-

- En el sector LULUCF-PK:

    - No se han estimado flujos de emisión/absorción para el depósito de madera muerta y detritus forestales en el bosque, si bien se ha argumentado en el epígrafe 11.3.1.2 que dichos depósitos no resultan en fuente de emisiones.

    - No se han estimado flujos de emisión/absorción en depósito de carbono orgánico de suelos en las conversiones de tierras agrícolas, pastizales y otras tierras a bosque, si bien se considera que estas transiciones pueden resultar en un balance neutro de carbono o próximo al balance neutro.

    - No se han estimado flujos de emisión/absorción procedentes de los depósitos de biomasa subterránea, materia orgánica muerta y carbono orgánico de suelos en las conversiones de bosque, tierras de cultivo a asentamientos. En el caso de los depósitos de los suelos, no consta una especificación clara de metodología

adoptada por UNFCCC, y en los restantes depósitos el flujo dependerá de cómo se lleve a cabo la práctica de conversión de las tierras a asentamientos.

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

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

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

1: En cuanto a AED plasmado en el contrato de Asistencia Técnica y en el pliego de prescripciones técnicas
2: Proporcionado en el envío del CRF

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

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

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

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

LEVANTAMIENTO CONFIDENCIALIDAD (EMPRESA O PLANTA)			
ÍTEM	**PERIODO**	**SÍ**	**NO**
Consumo de combustibles	1990-2007		
	1990-2008		
Consumo de materia prima 1	1990-2007		
	1990-2008		
Consumo de materia prima n	1990-2007		
	1990-2008		
Producción de producto 1	1990-2007		
	1990-2008		
Producción de producto n	1990-2007		
	1990-2008		

2.- TENDENCIAS DE LAS EMISIONES

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

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

Para valorar las consecuencias que las emisiones (y absorciones) de gases de efecto invernadero pueden ejercer sobre el calentamiento general de la atmósfera, las cifras estimadas de emisiones se presentan en términos de CO_2-equivalente (CO_2-eq), ponderando las correspondientes a cada gas con los respectivos coeficientes asignados a un horizonte de 100 años en el Segundo Informe de Evaluación sobre el Cambio Climático (1995) elaborado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC)[1]. El intervalo de años inventariado en esta edición se extiende de 1990 a 2008. Como cifra de referencia (cifra de año base) para examinar la evolución temporal de las emisiones agregadas (sin contabilizar las correspondientes a LULUCF) se toma la cifra oficialmente aprobada que sirve como base para el cálculo de la Cantidad Asignada a España para la valoración del cumplimiento del compromiso del Protocolo de Kioto[2]. La cifra del año base fue fijada tras la verificación en el año 2007 de la edición de 2006 (serie 1990-2004) del inventario español por el equipo comisionado al efecto por la SCMCC[3].

2.1.1.- Emisiones (excluido LULUCF)

En la tabla 2.1.1 se muestran, tanto en términos absolutos (gigagramos de CO_2-eq) como en términos de índice temporal (100 en el año base), los valores correspondientes a las emisiones brutas totales (excepción hecha de las que corresponden al sector "Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura" que se computan separadamente). La

---

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

2 La cifra exacta del año base tomada para el cálculo de la cantidad asignada (Año base PK) fue de 289.773.205,032 toneladas de CO_2-eq; y la cantidad asignada para el compromiso del cumplimiento del Protocolo de Kioto en el periodo 2008-2012 es de 1.666.195.929 toneladas de CO_2-eq

3 Para la estimación de la cifra del año base se tomó como referencia el año 1990 para el CO_2, CH_4 y N_2O y el año 1995 para los gases fluorados HFC, PFC y SF_6, por lo que el año base es en sí un híbrido de los dos anteriores y no corresponde a un año natural en particular.

representación gráfica del índice temporal se ofrece en las figuras 2.1.1 y 2.1.2, donde se muestran respectivamente el índice de variación temporal y los porcentajes de variación interanual de las emisiones del agregado del inventario. Se puede observar que las emisiones totales se sitúan en 2008 en un 40,0% por encima del año base, valor que se eleva a un 46,8% cuando se compara la media del último quinquenio, 2004-2008, con el mismo año base[4]. En conjunto, la evolución del índice ha venido marcada por un crecimiento sostenido en el periodo inventariado, excepción hecha de los años 1993, 1996, 2006 y 2008, en los que se registran descensos respecto al año anterior. En términos de pendiente de la curva, el intervalo 1990-1996 se caracteriza por un crecimiento más moderado que el correspondiente al intervalo 1996-2007, penúltimo de la serie. Esta variabilidad en la evolución parece estar relacionada (puntas/valles anuales) con la mayor o menor producción eléctrica de origen hidráulico frente a la de origen térmico, si bien otra serie de factores adicionales, como la expansión general del consumo de combustibles y de la actividad económica en general, están en la base del cambio de pendiente observado entre los dos subintervalos temporales antes indicados, 1990-1996 y 1996-2007. El descenso tan acusado en el año 2008 merece un comentario especial, pues resulta de la combinación de dos elementos muy relevantes: i) el drástico cambio en la distribución de combustibles utilizados en el sector de generación de electricidad (con una caída muy fuerte del consumo de carbón); ii) el reflejo de la recesión económica, que provocó una caída notable en sectores con una contribución importante a las emisiones del inventario.

Tabla 2.1.1.- Evolución del agregado de emisiones

Valores absolutos (Gg CO_2-eq)

Año base PK	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
289.773,21	285.123,29	314.966,77	380.797,48	420.447,48	435.112,27	427.281,39	438.676,78	405.740,29

Índice de evolución anual (año base = 100)

Año base PK	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	Quinquenio 2004-2008
100	98,4	108,7	131,4	145,1	150,2	147,5	151,4	140,0	146,8

[4] La comparación de la media quinquenal 2004-2008 con el año base es similar a la que deberá hacerse en el quinquenio 2008-2012 como valor representativo del año 2010 para su comparación con el año base.

Figura 2.1.1.- Índice de evolución anual

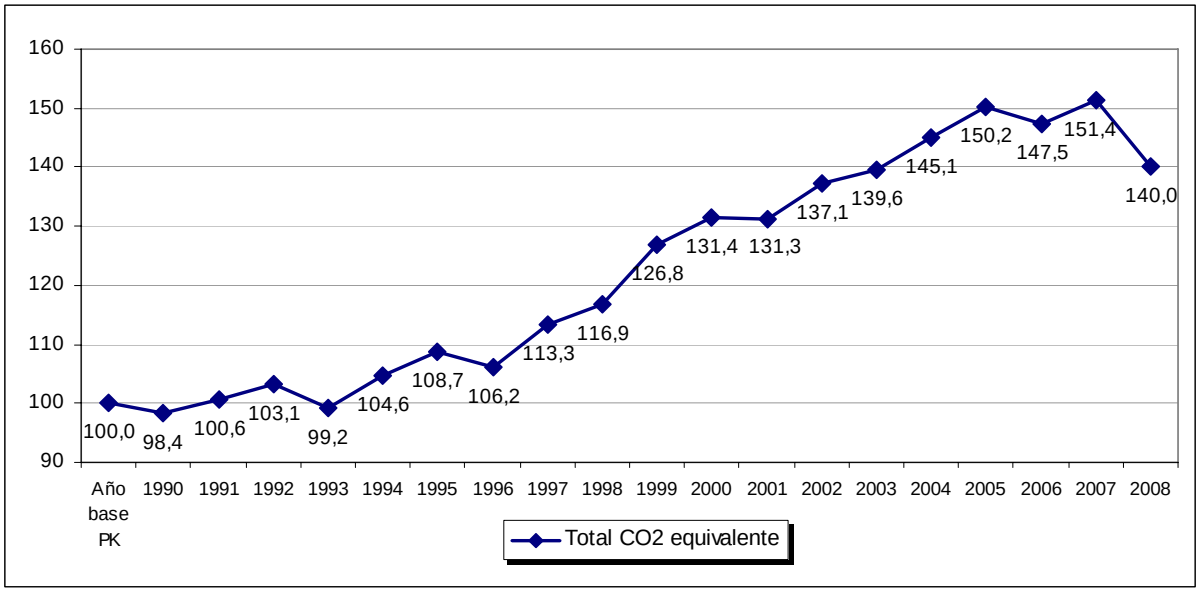
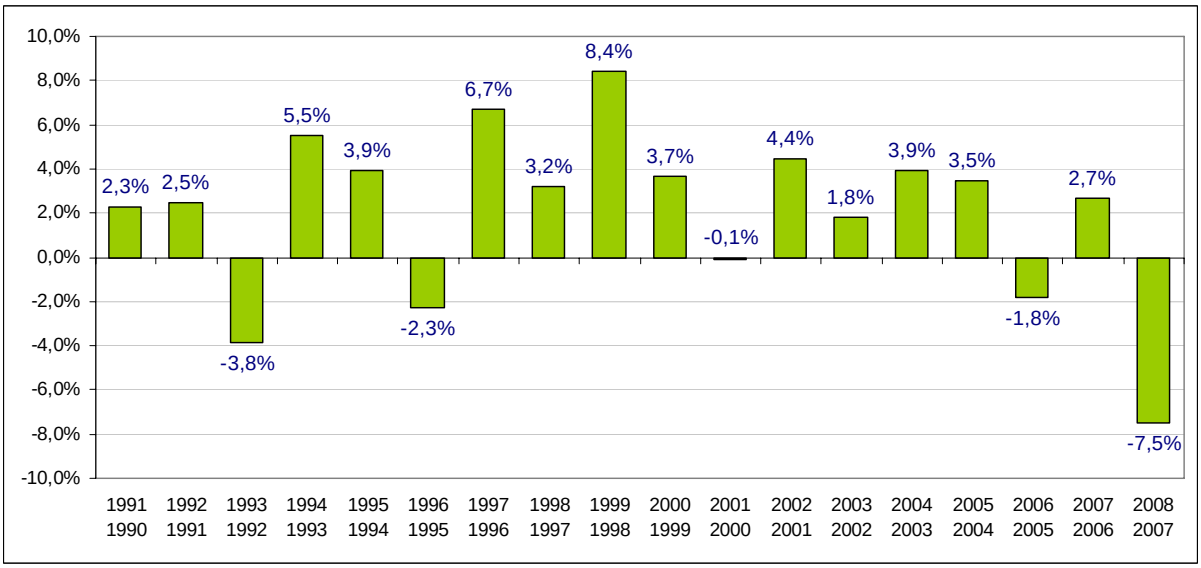


Figura 2.1.2.- Variación interanual (porcentaje)



Para ofrecer una panorámica de la contribución que a estas emisiones agregadas del inventario aportan los distintos sectores y categorías de actividad, se presenta en las tabla 2.1.2.a (valores absolutos) y en la tabla 2.1.2.b (valores porcentuales) la evolución temporal de las correspondientes cifras absolutas y porcentajes, siempre en unidades de CO_2-eq. Como puede observarse, la Energía es el sector dominante, aumentando su participación relativa sobre el total a lo largo del periodo inventariado. Tras la Energía, y a gran distancia, siguen, por este orden, la Agricultura y los Procesos Industriales (excluida de éstos la combustión industrial que se computa dentro de la Energía), que reflejan un descenso en su

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

Tabla 2.1.2.a.- Emisiones de CO_2 equivalente *(Gg de CO_2 equivalente)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Total (Emisión Bruta)	**285.123,29**	**314.966,77**	**380.797,48**	**420.447,48**	**435.112,27**	**427.281,39**	**438.676,78**	**405.740,29**
1. Procesado de la energía	**212.225,93**	**240.176,86**	**288.651,72**	**330.312,72**	**345.399,42**	**335.539,55**	**345.409,83**	**318.349,99**
A. Actividades de combustión	208.147,70	236.132,04	284.548,94	326.398,18	341.460,17	331.736,40	341.541,51	314.893,36
1. Industrias del sector energético	77.701,56	86.672,79	105.705,01	116.320,91	126.102,13	117.211,98	123.153,86	105.802,60
2. Industrias manufactureras y de la construcción	46.673,65	53.349,71	58.480,46	71.366,66	72.354,52	70.618,29	70.542,34	67.391,45
3. Transporte	57.367,01	66.736,27	86.360,23	99.425,35	103.108,15	106.426,72	110.028,91	103.506,49
4. Otros sectores	26.405,48	29.373,28	34.003,24	39.285,26	39.895,37	37.479,42	37.816,40	38.192,81
5. Otros								
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	4.078,23	4.044,82	4.102,78	3.914,54	3.939,25	3.803,15	3.868,32	3.456,63
1. Combustibles sólidos	1.835,17	1.482,64	1.262,88	1.064,42	1.028,78	1.054,63	976,96	776,75
2. Petróleo y gas natural	2.243,06	2.562,17	2.839,90	2.850,12	2.910,48	2.748,52	2.891,36	2.679,88
2. Procesos Industriales	**26.114,63**	**27.047,34**	**34.234,94**	**32.272,33**	**33.702,45**	**34.422,98**	**34.375,96**	**31.342,06**
A. Productos minerales	15.659,30	16.114,21	19.397,30	21.606,05	22.224,41	22.618,94	22.345,89	19.144,28
B. Industria química	3.631,45	2.943,80	2.830,52	2.114,88	2.176,86	1.860,76	1.732,48	1.556,56
C. Producción metalúrgica	4.353,78	3.235,21	3.640,87	3.559,99	3.942,63	3.971,42	4.005,12	3.894,73
D. Otras industrias								
E. Producción de halocarburos y SF_6	2.403,18	4.637,88	6.394,51	786,53	680,93	863,42	707,20	670,39
F. Consumo de halocarburos y SF_6	66,92	116,24	1.971,74	4.204,88	4.677,63	5.108,44	5.585,28	6.076,10
G. Otros								
3. Uso de disolventes y de otros productos	**1.387,85**	**1.343,58**	**1.667,08**	**1.612,99**	**1.619,52**	**1.604,11**	**1.580,05**	**1.527,15**
4. Agricultura	**37.743,39**	**36.565,28**	**43.999,45**	**42.863,70**	**40.568,91**	**41.298,10**	**42.347,41**	**38.955,64**
A. Fermentación entérica	11.579,64	11.799,71	13.096,75	13.406,99	13.205,95	13.057,83	13.281,75	12.678,21
B. Gestión del estiércol	6.342,47	6.941,41	7.909,17	8.332,66	8.211,96	8.446,26	8.669,06	8.264,80
C. Cultivo de arroz	227,45	137,22	294,90	309,03	300,26	268,47	256,09	256,09
D. Suelos agrícolas	19.055,79	17.176,18	22.224,54	20.369,93	18.520,99	19.101,35	19.705,33	17.321,35
E. Quemas planificadas de sabanas								
F. Quema en campo de residuos agrícolas	538,03	510,76	474,09	445,08	329,76	424,20	435,18	435,18
G. Otros								
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura								
6. Tratamiento y eliminación de residuos	**7.651,49**	**9.833,72**	**12.244,29**	**13.385,73**	**13.821,96**	**14.416,65**	**14.963,53**	**15.565,45**
A. Depósito en vertederos	4.994,29	6.898,10	8.826,00	9.514,54	9.883,57	10.363,83	10.799,30	11.335,66
B. Tratamiento de aguas residuales	2.314,93	2.496,58	2.875,57	3.251,03	3.335,06	3.399,22	3.489,25	3.558,06
C. Incineración de residuos	88,38	33,96	22,95	9,43	9,31	9,55	9,80	9,76
D. Otros	253,88	405,08	519,77	610,74	594,02	644,06	665,18	661,96

Tabla 2.1.2.b.- Distribución porcentual por sectores de las emisiones de CO_2 equivalente

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Total (Emisión Bruta)	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**
1. Procesado de la energía	**74,43**	**76,25**	**75,80**	**78,56**	**79,38**	**78,53**	**78,74**	**78,46**
A. Actividades de combustión	73,00	74,97	74,72	77,63	78,48	77,64	77,86	77,61
1. Industrias del sector energético	27,25	27,52	27,76	27,67	28,98	27,43	28,07	26,08
2. Industrias manufactureras y de la construcción	16,37	16,94	15,36	16,97	16,63	16,53	16,08	16,61
3. Transporte	20,12	21,19	22,68	23,65	23,70	24,91	25,08	25,51
4. Otros sectores	9,26	9,33	8,93	9,34	9,17	8,77	8,62	9,41
5. Otros								
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1,43	1,28	1,08	0,93	0,91	0,89	0,88	0,85
1. Combustibles sólidos	0,64	0,47	0,33	0,25	0,24	0,25	0,22	0,19
2. Petróleo y gas natural	0,79	0,81	0,75	0,68	0,67	0,64	0,66	0,66
2. Procesos Industriales	**9,16**	**8,59**	**8,99**	**7,68**	**7,75**	**8,06**	**7,84**	**7,72**
A. Productos minerales	5,49	5,12	5,09	5,14	5,11	5,29	5,09	4,72
B. Industria química	1,27	0,93	0,74	0,50	0,50	0,44	0,39	0,38
C. Producción metalúrgica	1,53	1,03	0,96	0,85	0,91	0,93	0,91	0,96
D. Otras industrias								
E. Producción de halocarburos y SF_6	0,84	1,47	1,68	0,19	0,16	0,20	0,16	0,17
F. Consumo de halocarburos y SF_6	0,02	0,04	0,52	1,00	1,08	1,20	1,27	1,50
G. Otros								
3. Uso de disolventes y de otros productos	**0,49**	**0,43**	**0,44**	**0,38**	**0,37**	**0,38**	**0,36**	**0,38**
4. Agricultura	**13,24**	**11,61**	**11,55**	**10,19**	**9,32**	**9,67**	**9,65**	**9,60**
A. Fermentación entérica	4,06	3,75	3,44	3,19	3,04	3,06	3,03	3,12
B. Gestión del estiércol	2,22	2,20	2,08	1,98	1,89	1,98	1,98	2,04
C. Cultivo de arroz	0,08	0,04	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
D. Suelos agrícolas	6,68	5,45	5,84	4,84	4,26	4,47	4,49	4,27
E. Quemas planificadas de sabanas								
F. Quema en campo de residuos agrícolas	0,19	0,16	0,12	0,11	0,08	0,10	0,10	0,11
G. Otros								
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura								
6. Tratamiento y eliminación de residuos	**2,68**	**3,12**	**3,22**	**3,18**	**3,18**	**3,37**	**3,41**	**3,84**
A. Depósito en vertederos	1,75	2,19	2,32	2,26	2,27	2,43	2,46	2,79
B. Tratamiento de aguas residuales	0,81	0,79	0,76	0,77	0,77	0,80	0,80	0,88
C. Incineración de residuos	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D. Otros	0,09	0,13	0,14	0,15	0,14	0,15	0,15	0,16

2.1.2.- Absorciones y emisiones en LULUCF

En la tabla 2.1.3 se muestran, en el bloque superior, los valores correspondientes a los flujos netos de CO_2-eq en las distintas categorías del sector LULUCF, expresando con signo positivo (+) las emisiones y con signo negativo (-) las absorciones. En el bloque inferior de la tabla 2.1.3. y en la figura 2.1.3. se muestra el índice temporal de evolución (base 100 en el año 1990) de las absorciones netas del conjunto del sector LULUCF.

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

contribuye el sumidero del bosque que se mantiene como bosque y el correspondiente a las tierras forestadas. Las categorías 5B (Tierras agrícolas) y 5C (Pastizales), han incrementado su efecto sumidero a lo largo de los años, destacando en 2008 el valor en tal sentido de las tierras agrícolas. Como fuentes emisoras, figuran las categorías 5E (Asentamientos), por el efecto de la pérdida de biomasa en el uso de la tierra que precedió al de su conversión a asentamiento, y 5(V) (Quema de biomasa), particularmente por los incendios forestales.

En cuanto a la evolución del índice de absorciones netas (véase tabla 2.1.3 y figura 2.1.3), se observa que al final del periodo se sitúa un 33,3% por encima del año 1990, mientras que, si este nivel se refiere a la media del último quinquenio, 2004-2008, el incremento sobre el citado año 1990 es del 27,5%. En conjunto, la evolución del índice presenta tres periodos diferenciados: i) el correspondiente a los años 1990-1993, con una absorción constante anual determinada, esencialmente, por la parte de bosque que se mantiene como bosque; ii) el correspondiente a los años 1994-2004, en que al componente anterior se añade una significativa aportación de las tierras forestadas (tierras agrícolas, pastizales y otras tierras) y una aportación mucho menor, pero creciente, de las tierras de cultivo que pasan a ser pastizal; y iii) el periodo 2004-2008, en que se mantiene el ritmo de crecimiento de absorción de las tierras de cultivo que pasan a ser pastizal y se hace notar la contribución de las prácticas de gestión de las tierras agrícolas.

Tabla 2.1.3.- Evolución de las absorciones netas en LULUCF

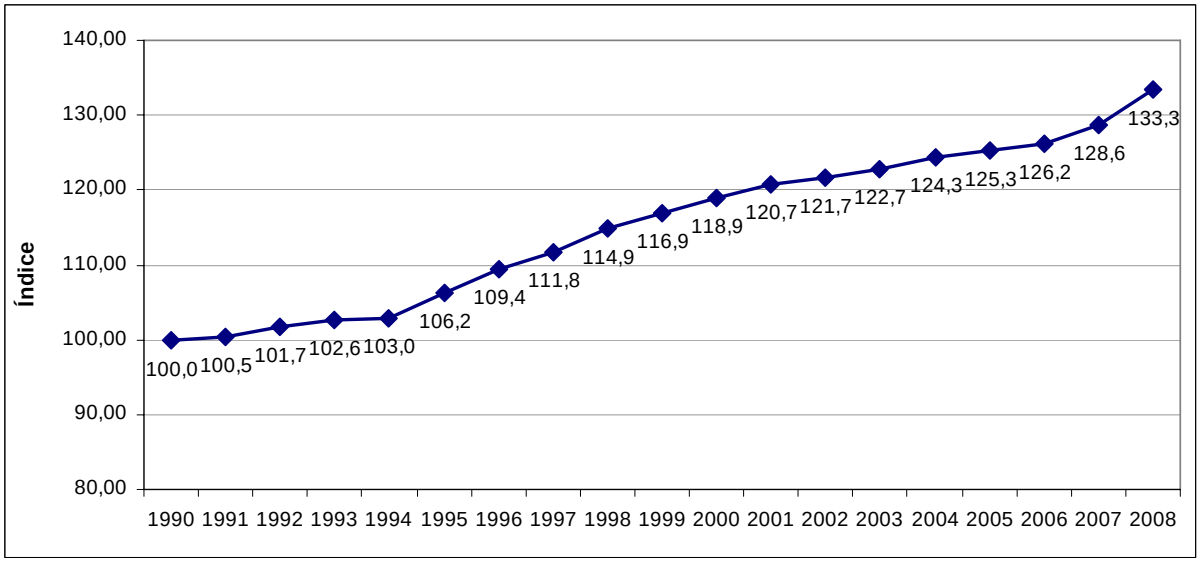
Emisiones (+) y absorciones (-) (Gg de CO_2-eq)

Categoría	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
5A Bosque	-39.381	-41.542	-46.242	-48.095	-48.376	-48.729	-48.850	-48.847
5B Tierras agrícolas				9	-204	-435	-701	-2.474
5C Pastizales	-47	-280	-514	-701	-748	-794	-841	-888
5D Humedales								
5E Asentamientos	413	413	413	413	413	413	413	413
5F Otras tierras								
5(V) Quema de biomasa	190	159	177	125	260	563	38	24
Total	**-38.824**	**-41.250**	**-46.166**	**-48.249**	**-48.654**	**-48.983**	**-49.940**	**-51.771**

Índice de evolución absorciones netas (año 1990 = 100)

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	Quinquenio 2004-2008
100,0	106,2	118,9	124,3	125,3	126,2	128,6	133,3	127,5

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



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

En este epígrafe se muestra la evolución de las emisiones netas de CO_2-eq del conjunto del inventario, con inclusión del sector LULUCF. En la tabla 2.1.4 se muestran los valores absolutos de estas emisiones netas, y en la figura 2.1.4 el índice de evolución temporal de las mismas, tomando como base 100 el año 1990. Se observa que, con relación a las emisiones del inventario sin el sector LULUCF, se mantiene el perfil del índice, pero que, en valores absolutos, se ha producido un significativo descenso, que es prácticamente proporcional a la serie sin LULUCF.

Tabla 2.1.4.- Índice de evolución de las emisiones netas

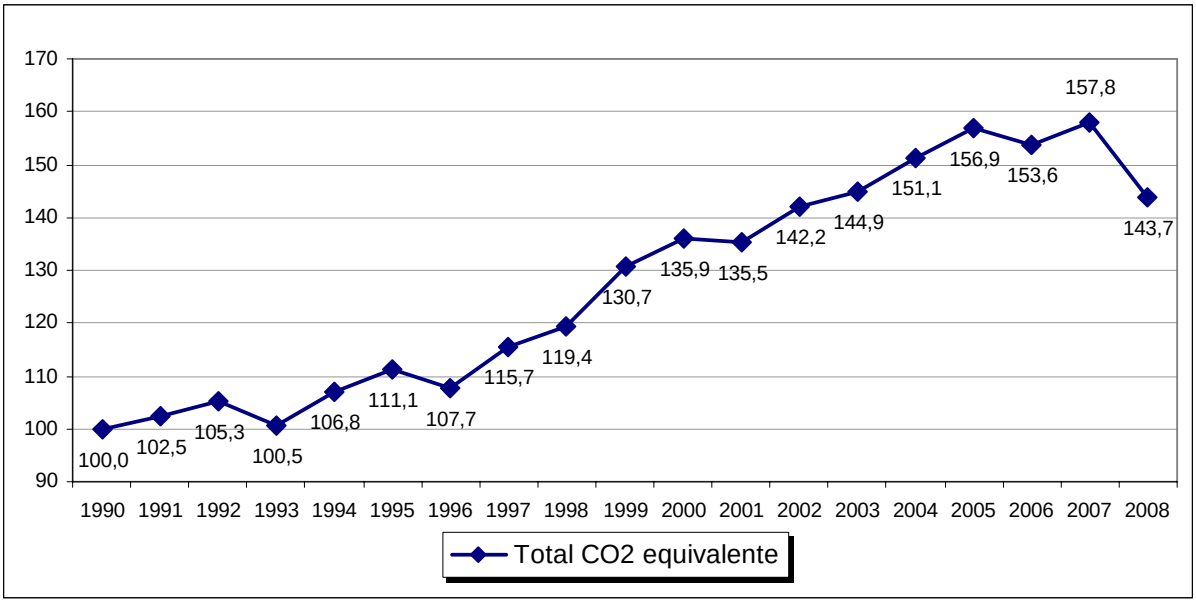
Valores absolutos (Gg CO_2-eq)

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
246.299,36	**273.716,68**	**334.631,73**	**372.198,96**	**386.458,55**	**378.298,53**	**388.736,39**	**353.968,80**

Índice de evolución anual (año base = 100)

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	Quinquenio 2004-2008
100,0	111,1	135,9	151,1	156,9	153,6	157,8	143,7	152,6

Figura 2.1.4.- Índice de evolución de las emisiones netas



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

En la tabla 2.2.1 se recogen las estimaciones de las emisiones, por tipo de gas, para los seis grupos o especies de gases con efecto directo sobre el calentamiento: CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC, y SF_6[5]. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en valores absolutos (Gg CO_2-eq); en la parte central las contribuciones porcentuales a las emisiones totales de CO_2-eq del total del inventario, y en la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (año 1990 = 100 para CO_2, CH_4 y N_2O; 1995 = 100 para los gases fluorados).

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

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

Cifras en Gg CO_2-eq

GAS	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2	228.228,16	254.832,23	307.021,42	351.218,52	367.181,99	358.023,08	367.812,23	337.516,18
CH_4	26.291,29	29.127,69	33.658,53	35.266,08	35.393,90	35.865,20	36.568,06	36.042,79
N_2O	27.250,82	25.420,57	31.380,99	28.788,63	27.034,63	27.286,88	27.880,23	25.316,20
HFC	2.403,18	4.645,44	8.120,23	4.648,22	4.985,71	5.534,97	5.827,18	6.255,00
PFC	882,92	832,51	411,71	272,04	244,41	247,63	249,11	256,05
SF_6	66,92	108,34	204,60	254,00	271,63	323,62	339,97	354,07
TOTAL GASES	**285.123,29**	**314.966,77**	**380.797,48**	**420.447,48**	**435.112,27**	**427.281,39**	**438.676,78**	**405.740,29**

Porcentaje sobre el total de CO_2-eq del inventario

GAS	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2	80,05	80,91	80,63	83,53	84,39	83,79	83,85	83,19
CH_4	9,22	9,25	8,84	8,39	8,13	8,39	8,34	8,88
N_2O	9,56	8,07	8,24	6,85	6,21	6,39	6,36	6,24
HFC	0,84	1,47	2,13	1,11	1,15	1,30	1,33	1,54
PFC	0,31	0,26	0,11	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
SF_6	0,02	0,03	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,09
TOTAL GASES	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

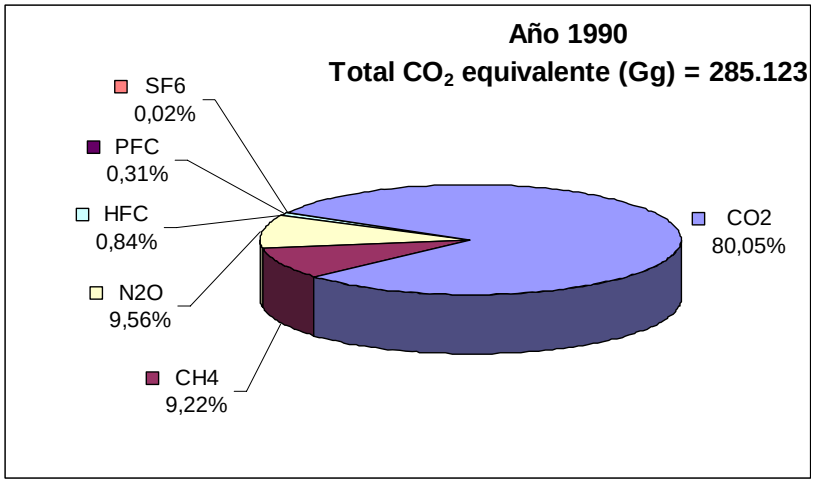
Índice de evolución anual (año 1990 = 100; 1995 = 100 para los gases fluorados))

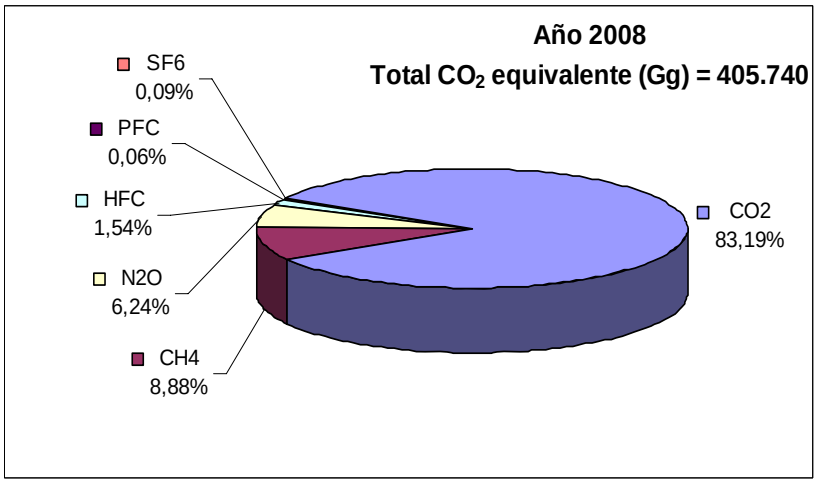
GAS	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2	100,0	111,7	134,5	153,9	160,9	156,9	161,2	147,9
CH_4	100,0	110,8	128,0	134,1	134,6	136,4	139,1	137,1
N_2O	100,0	93,3	115,2	105,6	99,2	100,1	102,3	92,9
HFC	51,7	100,0	174,8	100,1	107,3	119,1	125,4	134,6
PFC	106,1	100,0	49,5	32,7	29,4	29,7	29,9	30,8
SF_6	61,8	100,0	188,8	234,4	250,7	298,7	313,8	326,8

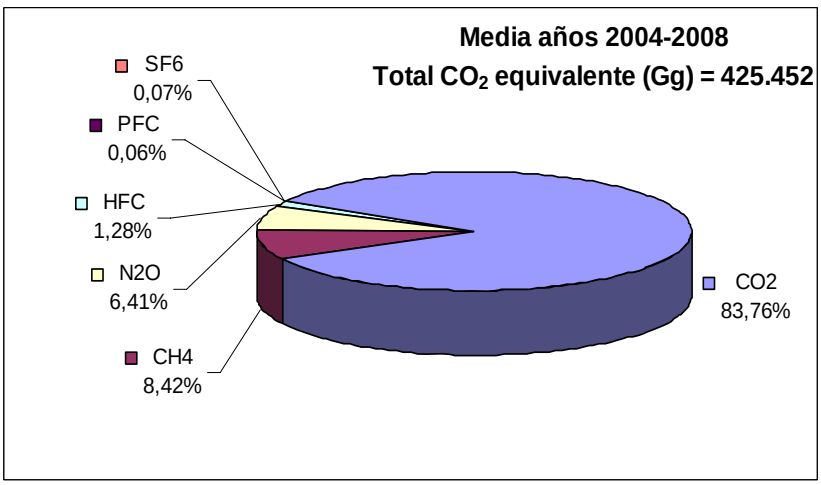
Como puede apreciarse en la tabla 2.2.1, el dióxido de carbono constituye el gas dominante, con un peso a lo largo del período inventariado en torno al 80% (un 80,0% en 1990 y llegando hasta el 83,2% en el año 2008). Las dos siguientes posiciones las ocupan el metano y el óxido nitroso, con contribuciones relativamente similares pero en general mayores para el primero que para el segundo, pasando el metano del 9,2% al 8,9% y el óxido nitroso del 9,6% al 6,2% entre el año 1990 y el 2008. El conjunto de los gases fluorados se muestra con un rango de participación comprendida entre el 1,1% (año 1991) y el 2,3% (año 2000) a lo largo del periodo inventariado.

Los cambios en estas contribuciones relativas a lo largo del tiempo quedan plasmados en la figura 2.2.1 para los tres cortes temporales siguientes: año 1990, año 2008 y media del quinquenio 2004-2008. Al comparar los tres paneles de esta figura puede observarse cómo el CO_2 incrementa su participación relativa en 3,1 puntos porcentuales al comparar el año 1990 con el año 2008, año que a su vez se sitúa un 0,6% por debajo de la media del último quinquenio. En contraste, puede observarse una variación pequeña para el CH_4, con un rango de oscilación entre los extremos de aquellos cortes temporales del -0,3%, pues su horquilla para dichos períodos varía desde el 9,2% de 1990 al 8,9% de 2008. El N_2O refleja una mayor caída porcentual que el CH_4, pasando del 9,6% en el año 1990 a un 6,2% en 2008, con un intermedio de 6,4% en el último quinquenio. En cuanto a los gases fluorados, se observan diferencias entre sus componentes (HFC, PFC y SF_6), pero en conjunto su participación aumenta hasta el año 2000, al que sigue una pauta de descenso y una recuperación posterior en los últimos años, situándose en 1,7% en 2008, y en 1,4% para la media de los últimos cinco años. En todo caso, los gases fluorados han mantenido a lo largo del período inventariado un nivel bajo de contribución a las emisiones totales del inventario.

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







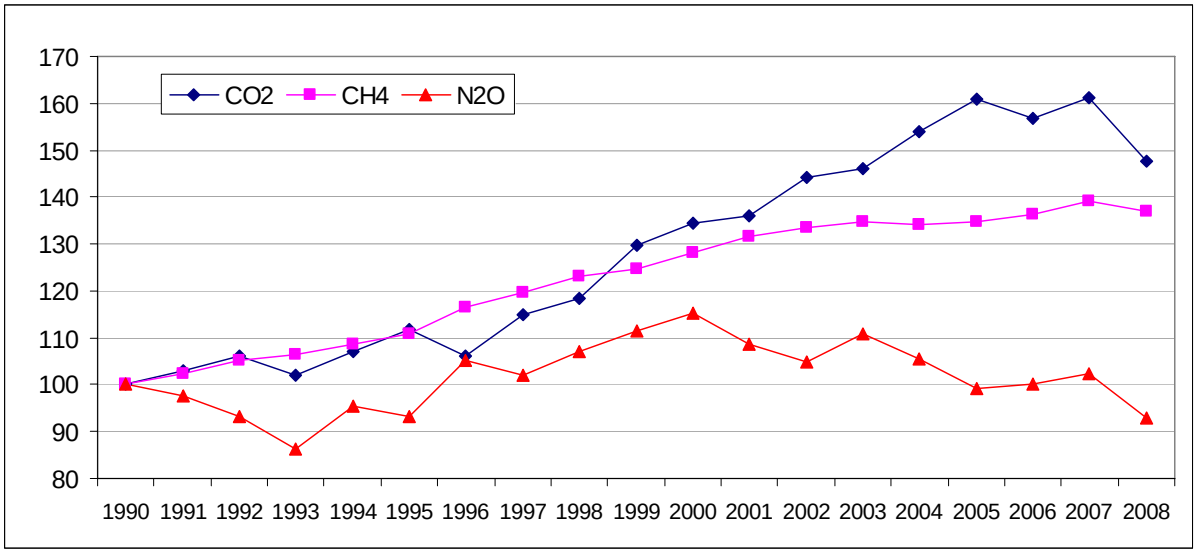
La evolución de los índices temporales de las emisiones de los distintos gases, cuyos valores se muestran en la parte inferior de la tabla 2.2.1, se ve en la figura 2.2.2 siguiente. En el panel superior de la misma se recoge el trazado de los índices de las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O, tomando como referencia 100 el año 1990. En el panel inferior se incluye el índice de evolución de los grupos y especies de gases fluorados HFC y PFC y del SF_6, tomando en este caso como referencia 100 el año 1995. Al observar la evolución del CO_2 se pueden apreciar dos mínimos relativos en los años 1993 y 1996, así como el incremento de la pendiente al pasar del periodo 1990-1996 al 1996-2007, y el acusado descenso del año 2008, pautas que se reflejan en gran medida en la evolución ya comentada del índice agregado, y que finalmente sitúan el nivel del año 2008 un 47,9% por encima del valor del año 1990. La evolución del CH_4 muestra una tendencia más uniforme a lo largo de todo el período, llegando a situarse al final del mismo en un 37,1 % por encima del nivel del año 1990. El N_2O sigue una evolución distinta a la de los dos gases anteriores con un descenso medio en el intervalo 1990-1995, pasando a crecer en los años siguientes hasta el año 2000, a partir del cual la serie temporal muestra un descenso del nivel medio que se acentúa en el año 2008, situándose en dicho año en un 7,1% por debajo del año 1990.

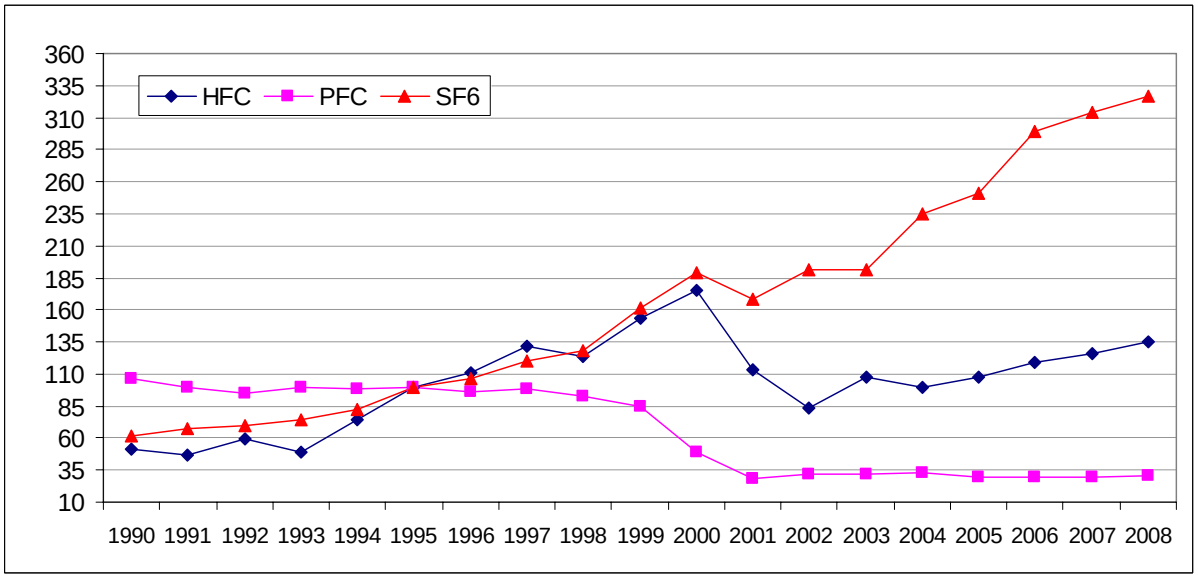
En cuanto a los gases fluorados, cuyos gráficos se muestran en el panel inferior de la figura 2.2.2, se aprecian diferencias en las evoluciones de los distintos gases. Para los PFC, se presenta una evolución estable ligeramente decreciente entre 1990 y 1999, con un descenso significativo entre 1999 y 2001, y estabilidad entre 2001 y 2008, situándose su nivel en 2008 en un 69,2% por debajo del año 1995. Esta pauta está determinada por la evolución de las emisiones de PFC en la fabricación de aluminio primario -principalmente por la sustitución a partir de 1999 (y posterior eliminación) en una planta de una serie de producción que utilizaba la tecnología de ánodos precocidos de picado lateral por otra de picado central con una mayor eficiencia en el proceso (menor número de efectos ánodos por cuba y día) y el consecuente descenso en las emisiones de PFC.

Por otro lado las evoluciones de las emisiones de los HFC y SF_6 muestran, tras un período de convergencia en 1990-1994 y una evolución paralela entre 1995 y 2000, una divergencia posterior entre 2001 y 2008, al presentar un incremento sostenido el SF_6 y una caída brusca (2000-2002) los HFC, finalizando el primero en este último año con un incremento del 226,8% con respecto al año 1995, mientras los HFC muestran un incremento en el año 2008 del 34,6% con respecto al mismo año 1995. El descenso en las emisiones de los HFC en 2000-2002 está motivado por la construcción y puesta en servicio en una de las plantas de fabricación de HCFC-22 de una instalación para la reducción de las emisiones de HFC-23 mediante su compresión, condensación, licuación y almacenamiento, con un envío posterior a un gestor exterior para su tratamiento.

En todo caso, para ver con más detalle las causas que afectan a la evolución de las tendencias de los diferentes gases, se remite a los capítulos 3 a 8 donde se realiza una exposición detallada de las actividades potencialmente emisoras de gases de efecto invernadero, así como al Anexo 6 en el que se presenta con desglose por gas y sector las cifras de emisiones para los años 1990, 1995, 2000 y 2004-2008.

Figura 2.2.2.- Índices temporales de las emisiones por gas





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

En la tabla 2.3.1 se recogen las estimaciones de las emisiones por sector de actividad, distinguiendo los siguientes grupos de la nomenclatura IPCC: Energía, Procesos Industriales, Uso de Disolventes y Otros Productos, Agricultura y Residuos. Se hace una reseña *pro-memoria* del grupo de Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura, sin incluir sus cifras en el cómputo de las emisiones brutas[6]. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en valores absolutos (Gg CO_2-eq), en la parte central las contribuciones (porcentuales) a las emisiones totales de CO_2-eq del total del inventario y en la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (año 1990 = 100).

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

Valores absolutos (Gg CO_2 equivalente)

SECTOR	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
1. Procesado de la energía	212.225,93	240.176,86	288.651,72	330.312,72	345.399,42	335.539,55	345.409,83	318.349,99
2. Procesos industriales	26.114,63	27.047,34	34.234,94	32.272,33	33.702,45	34.422,98	34.375,96	31.342,06
3. Uso de disolventes y otros productos	1.387,85	1.343,58	1.667,08	1.612,99	1.619,52	1.604,11	1.580,05	1.527,15
4. Agricultura	37.743,39	36.565,28	43.999,45	42.863,70	40.568,91	41.298,10	42.347,41	38.955,64
6. Tratamientos y eliminación de residuos	7.651,49	9.833,72	12.244,29	13.385,73	13.821,96	14.416,65	14.963,53	15.565,45
TOTAL SECTORES	**285.123,29**	**314.966,77**	**380.797,48**	**420.447,48**	**435.112,27**	**427.281,39**	**438.676,78**	**405.740,29**
5. Cambio uso suelo y silvicultura	-38.823,92	-41.250,09	-46.165,75	-48.248,52	-48.653,72	-48.982,86	-49.940,39	-51.771,49

Contribución al total de CO_2-eq del inventario

SECTOR	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
1. Procesado de la energía	74,4	76,3	75,8	78,6	79,4	78,5	78,7	78,5
2. Procesos industriales	9,2	8,6	9,0	7,7	7,7	8,1	7,8	7,7
3. Uso de disolventes y otros productos	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
4. Agricultura	13,2	11,6	11,6	10,2	9,3	9,7	9,7	9,6
6. Tratamientos y eliminación de residuos	2,7	3,1	3,2	3,2	3,2	3,4	3,4	3,8
TOTAL SECTORES	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Índice de evolución anual (año 1990 = 100)

SECTOR	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
1. Procesado de la energía	100,0	113,2	136,0	155,6	162,8	158,1	162,8	150,0
2. Procesos industriales	100,0	103,6	131,1	123,6	129,1	131,8	131,6	120,0
3. Uso de disolventes y otros productos	100,0	96,8	120,1	116,2	116,7	115,6	113,8	110,0
4. Agricultura	100,0	96,9	116,6	113,6	107,5	109,4	112,2	103,2
6. Tratamientos y eliminación de residuos	100,0	128,5	160,0	174,9	180,6	188,4	195,6	203,4
TOTAL SECTORES	**100,0**	**110,5**	**133,6**	**147,5**	**152,6**	**149,9**	**153,9**	**142,3**

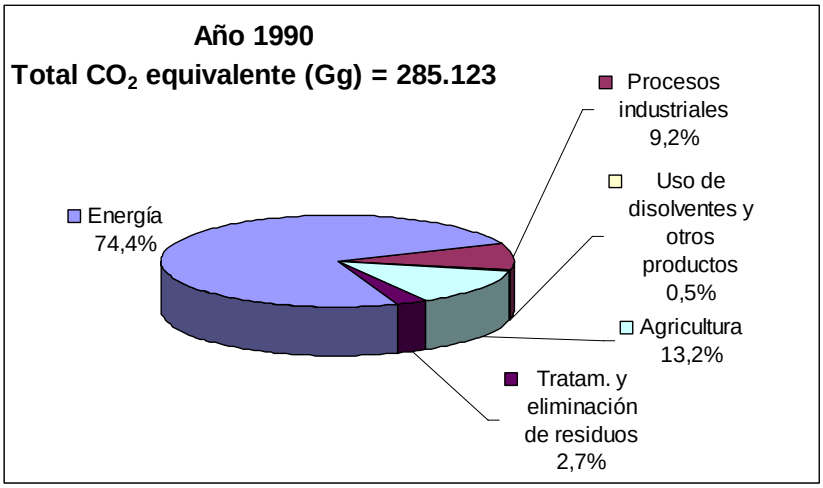
Al efectuar el examen por sector de actividad destaca, en primer lugar, la contribución dominante del grupo de Energía con un porcentaje que aumenta desde el 74,4% del año 1990 al 78,5% en el año 2008. Debe tenerse en cuenta que este grupo recoge, además de

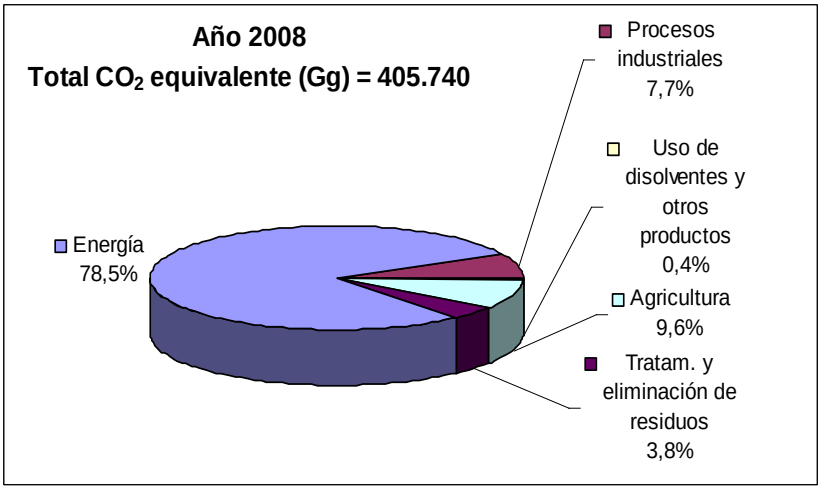
[6] Los valores negativos reseñados pro-memoria del grupo Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura corresponden a absorciones netas de CO_2-eq de este grupo.

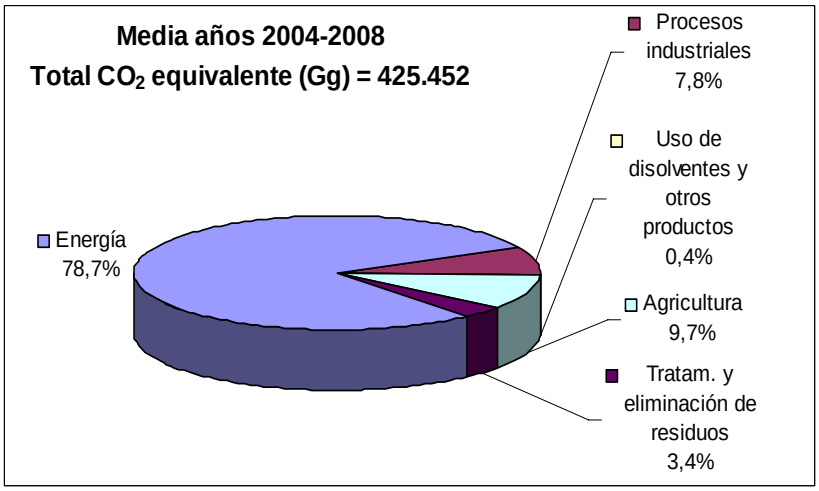
las emisiones de la combustión de fuentes fijas y móviles, las emisiones evaporativas procedentes de las actividades de extracción, transporte y distribución de combustibles, las cuales son también relevantes para gases distintos del CO_2, como es el caso del CH_4. En segundo lugar, y a gran distancia de la Energía, se sitúa el grupo de Agricultura, con cuotas que oscilan entre el 13,2% para el año 1990 y el 9,6% en el año 2008. El tercer grupo en importancia lo constituyen los Procesos Industriales (con exclusión de las actividades de combustión que se recogen en el grupo Energía), cuya contribución disminuye desde el 9,2% en el año 1990 al 7,7% en el año 2008. El grupo Residuos muestra en conjunto una pauta creciente, variando su contribución entre el 2,7% en el año 1990 y el 3,8% en 2008, alcanzando cotas ligeramente mayores en años intermedios. Finalmente, el grupo Uso de Disolventes y Otros Productos presenta una contribución marginal que se sitúa entre el 0,4% y el 0,5% del total.

Los cambios en estas contribuciones relativas a lo largo del tiempo quedan plasmados en la figura 2.3.1 para los tres cortes temporales siguientes: año 1990, año 2008 y media del quinquenio 2004-2008. Al comparar los tres paneles de esta figura puede observarse cómo el sector Energía incrementa su participación relativa en 4,0 puntos porcentuales al comparar el año 1990 con la media del quinquenio 2004-2008, y posteriormente desciende en 0,3 puntos desde el nivel de la media del quinquenio 2004-2008 hasta el nivel del año 2008. Por lo que respecta al sector Agrícola su contribución relativa desciende en 3,6 puntos entre el año 1990 y el 2008, situándose en este último año 0,1 puntos por debajo de la media del último quinquenio. El grupo Procesos Industriales también muestra un descenso relativo del 1,4% entre el año 1990 y el 2008, y un descenso de 0,1 puntos entre la media del último quinquenio y el último año del período. El sector Residuos muestra un incremento en su participación relativa de 1,2 puntos entre el año 1990 y el año 2008, con un aumento de 0,4 puntos porcentuales entre la media del último quinquenio y el año 2008. En cuanto al grupo Uso de Disolventes, la contribución ha descendido en un 0,1% entre los años extremos del período inventariado.

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





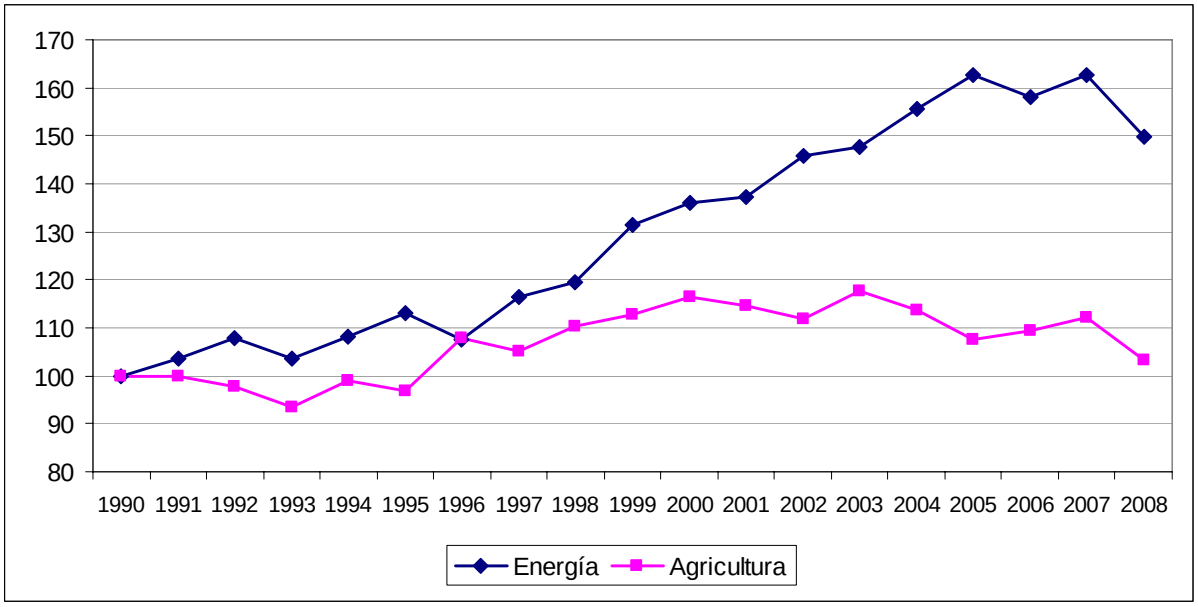


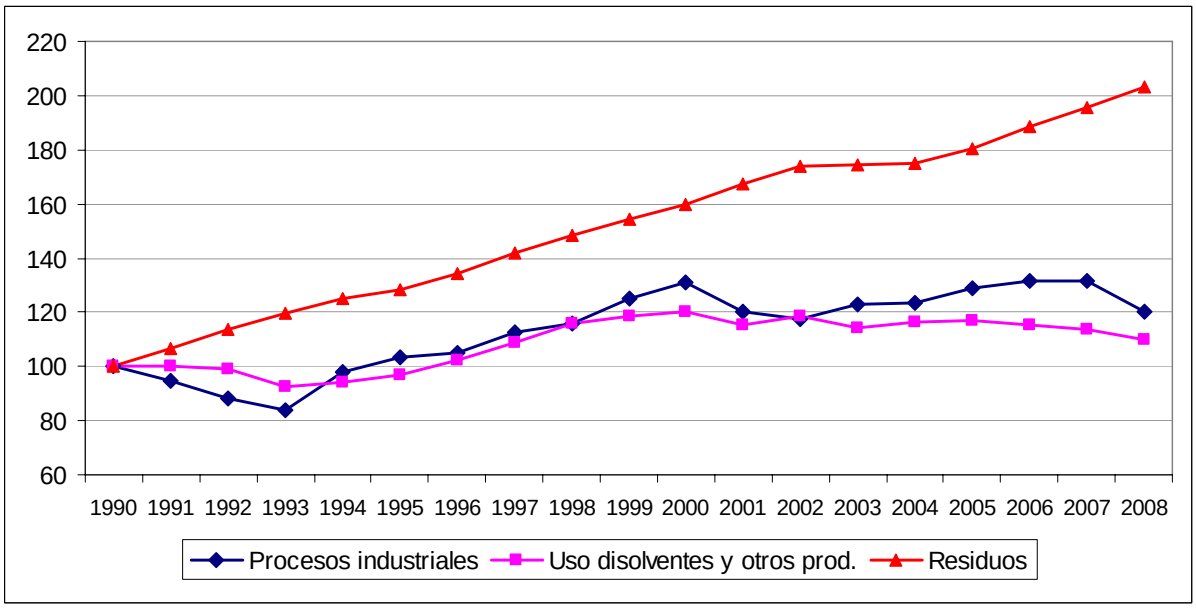
La evolución de los índices temporales de las emisiones de los distintos sectores, cuyos valores se muestran en la parte inferior de la tabla 2.3.1, se visualizan en la figura 2.3.2 siguiente. En el panel superior de la misma se recoge el trazado de los índices de las emisiones de Energía y Agricultura, y en el panel inferior se incluyen los de los sectores Procesos Industriales, Uso de Disolventes y Otros Productos, y Residuos; tomando para todos ellos como referencia 100 el año 1990. Por lo que respecta al sector Energía, se reproducen en gran medida los perfiles más arriba comentados con relación al agregado de emisiones (figura 2.1.1) y al CO_2 (figura 2.2.2), lo que se justifica por la estrecha relación entre las emisiones de CO_2 y el sector de la Energía y de ambos con el agregado de emisiones. En el sector de Agricultura se aprecia estabilidad entre los años 1990 y 1995, a la que sigue una pauta de crecimiento durante el periodo 1997-2000, seguida, a su vez, por un periodo de ligero descenso (2000-2007) aunque con fluctuaciones, terminando en 2008 con una significativa variación a la baja. La evolución de este sector está básicamente determinada por las emisiones de CH_4 procedentes de la fermentación entérica y las de N_2O de suelos agrícolas, y en esta última actividad las fluctuaciones se asocian a las variaciones interanuales de la cantidad de fertilizantes nitrogenados sintéticos aplicados a los cultivos, cuya caída en el año 2008 tiene su reflejo en el descenso de las emisiones del conjunto de este sector. El sector de Residuos es el que muestra la tendencia al alza más intensa y uniforme a lo largo de todo el periodo inventariado, 1990-2008, tendencia básicamente dominada por la evolución de las emisiones de CH_4 en los vertederos. Por su parte, en la evolución de los Procesos Industriales, al tramo descendente inicial 1990-1993, acorde con el ciclo económico y que se refleja especialmente en la caída de la producción de cemento, le sigue un periodo de crecimiento sostenido 1993-2000, un descenso y recuperación en 2001-2007 motivado por la evolución de las emisiones de PFC y HFC según se ha comentado en el epígrafe 2.2, con un posterior descenso en el año 2008, como consecuencia de la reducción del nivel de actividad en sectores con una contribución importante a las emisiones. Por último, el sector de Uso de Disolventes y Otros Productos muestra, tras la fase estable de los años 1990-1992, un incremento sostenido a lo largo de los años 1993-2000, seguido de un periodo de estabilidad y un ligero descenso en los últimos años, aunque su muy reducido nivel absoluto lo hace irrelevante respecto a la evolución del agregado.

En resumen, se pueden distinguir, por un lado las evoluciones de los sectores de Residuos y de Energía, ambos con tasas de crecimiento de sus emisiones muy elevadas, del 103% y el 50% respectivamente si se compara el nivel de 2008 con el del año de referencia 1990; por otro lado, las evoluciones más moderadas de los Procesos Industriales y el Uso de Disolventes y Otros Productos, cuyas tasas de crecimiento se sitúan respectivamente en el 20% y el 10%; y, por último, el sector Agricultura, que presenta una práctica estabilidad en el año 2008 con respecto al año 1990, con un incremento del 3%.

En todo caso, para ver con más detalle las causas que afectan a la evolución de las tendencias de los diferentes sectores, se remite a los capítulos 3 a 8 donde se realiza una exposición detallada de las actividades emisoras de gases de efecto invernadero, así como al Anexo 6 en el que se presenta con desglose por gas y sector las cifras de emisiones para los años 1990, 1995, 2000 y 2004-2008.

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





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

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

En cuanto al NO_X, las emisiones proceden mayoritariamente de los procesos de combustión, de fuentes estacionarias y móviles, ocupando un lugar ya muy secundario los procesos industriales y la agricultura. A pesar de los avances tecnológicos experimentados en importantes fuentes generadoras de este gas (generación de energía, vehículos de transporte, etc.), que han repercutido en una reducción de los estándares de emisión (emisiones por unidad de producto), la expansión de la actividad de los sectores energía y transporte ha contrarrestado este efecto de ganancia tecnológica. En el año 2008, tiene, sin embargo, una incidencia muy notable el cambio en la distribución de combustibles del sector de generación de energía eléctrica, con una reducción muy significativa del consumo de carbón, efecto que, combinado con la reducción del nivel de actividad en otros sectores, ha provocado una caída de las emisiones en dicho año 2008, hasta situar el índice un 7,3% por debajo del nivel del año 1990.

Las emisiones de CO se originan por la oxidación incompleta de los combustibles en los procesos de combustión y proceden mayoritariamente del sector energía (que como se sabe incluye la combustión en el transporte). Es en el sector transporte donde se han conseguido notables reducciones en los estándares de emisión por la penetración de nuevas tecnologías (catalizadores) en el equipamiento de los vehículos de gasolina y también por el aumento relativo de los vehículos diésel respecto a los de gasolina. Las emisiones de este gas han experimentado un descenso del 45,2% entre los años inicial y final del período inventariado.

Las emisiones de COVNM tienen como orígenes mayoritarios los sectores de energía, y uso de disolventes y, ya a un nivel más secundario, los procesos industriales y el resto de sectores. A lo largo del período inventariado ha ido disminuyendo la contribución relativa del sector energía, debido fundamentalmente a las reducciones en los estándares de emisión en los automóviles (introducción de catalizadores) y también por el aumento relativo de los vehículos diésel respecto a los de gasolina. Mejoras importantes también se han registrado en algunos sub-sectores del uso de disolventes, tanto por la reducción en componentes orgánicos volátiles de los productos utilizados como por las mejoras en la aplicación de los productos y la gestión de los efluentes. En conjunto, las emisiones de este gas se han reducido en un 21,3% entre los años 1990 y 2008.

En cuanto al SO_2, el sector energía es el absolutamente dominante en la generación de las emisiones, con porcentajes entre el 97% y el 99% a lo largo de los años del período inventariado. La reducción principal dentro de este sector se ha conseguido al haberse operado un cambio muy importante hacia el uso de combustibles con mínimo contenido de azufre, que finalmente se hace mucho más intenso en el año 2008 con la fuerte reducción del consumo de carbón en la industria de generación eléctrica. Así pues, la reducción de

emisiones de este gas, la mayor de los cuatro gases considerados en este epígrafe, se cifra en un 75,6% al pasar del año 1990 al 2008.

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

Tabla 2.4.1.- Evolución de las emisiones de NO_X, CO, COVNM y SO_2

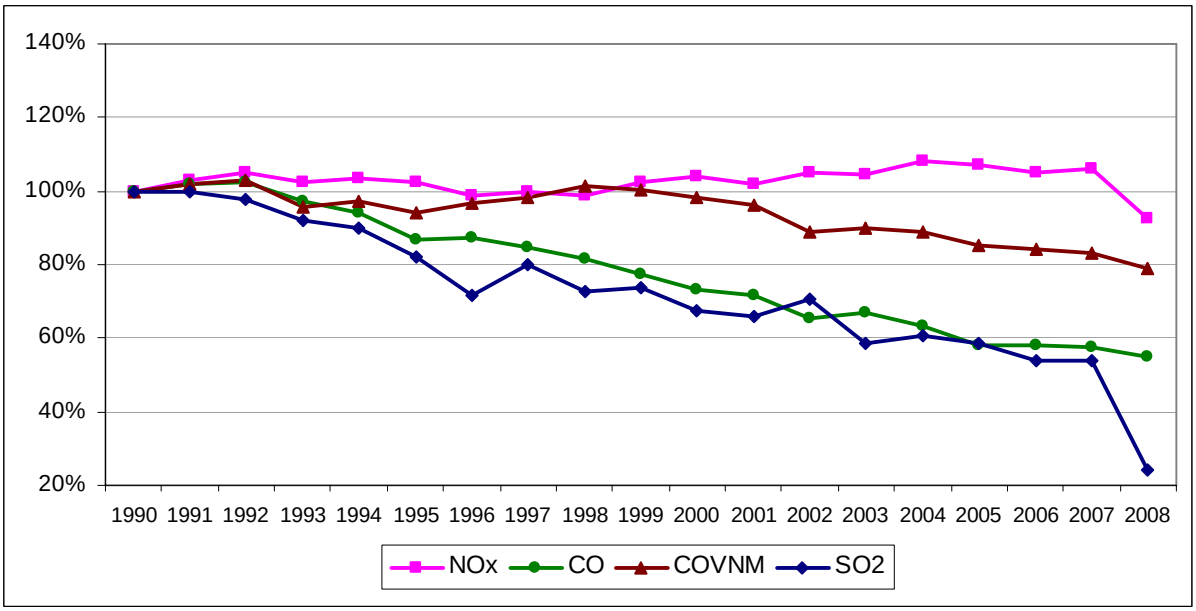
Valores absolutos (Gigagramos)

GAS	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
NO_X	1.352,21	1.386,55	1.406,54	1.459,43	1.449,64	1.418,22	1.433,17	1.253,68
CO	3.660,73	3.169,35	2.681,64	2.318,65	2.134,37	2.122,46	2.110,08	2.004,61
COVNM	1.036,51	975,12	1.018,10	920,98	885,29	873,30	863,61	815,74
SO_2	2.177,29	1.792,07	1.463,93	1.321,83	1.273,46	1.172,06	1.172,08	531,65

Índice de evolución anual (año 1990 = 100)

GAS	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
NO_X	100,0	102,5	104,0	107,9	107,2	104,9	106,0	92,7
CO	100,0	86,6	73,3	63,3	58,3	58,0	57,6	54,8
COVNM	100,0	94,1	98,2	88,9	85,4	84,3	83,3	78,7
SO_2	100,0	82,3	67,2	60,7	58,5	53,8	53,8	24,4

Figura 2.4.1.- Índices temporales de las emisiones de NO_X, CO, COVNM y SO_2



2.5.- Emisiones y absorciones del sector LULUCF-PK

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

En la tabla 2.5.1, también conocida como Tabla NIR 1, se muestra la cobertura de información de actividades sujetas al Artículo 3.3 forestación, reforestación y deforestación y, las elegidas por España en relación con el Artículo 3.4: gestión forestal y gestión de tierras agrícolas. Los depósitos de carbono considerados incluyen la biomasa aérea, la biomasa subterránea, la madera muerta y los detritus vegetales, y el carbono orgánico de los suelos. Los gases considerados son CO_2, CH_4 y N_2O. Las etiquetas de notación sobre el status de información se especifican a pie de tabla.

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

Actividad		Información sobre cambios en los depósitos de carbono					Información sobre gases						
		Biomasa aérea	Biomasa subterránea	Detritus	Madera muerta	Carbono en suelos	Fertilización	Drenaje de suelos en la gestión forestal	Perturbaciones asociadas con la conversión a tierras agrícolas	Enmiendas calizas	Quema de biomasa		
							N_2O	N_2O	N_2O	CO_2	CO_2	CH_4	N_2O
Actividades Artículo 3.3	Forestación / Reforestación	R	R	NR	NR	NR	NO			NO	NO,IE	NO,IE	NO,IE
	Deforestación	R	IE	NR	NR	NR			NO	NO	NO	NO	NO
Actividades Artículo 3.4	Gestión forestal	R	IE	NR	NR	NR	NO	NO		NO	IE,NR	R,NR	R,NR
	Gestión de tierras agrícolas	R	IE	NR	NR	R,NO			NO	NO	NO,IE	NO,IE	NO,IE
	Gestión de pastizales	NA	NA	NA	NA	NA				NA	NA	NA	NA
	Revegetación	NA	NA	NA	NA	NA				NA	NA	NA	NA

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

En la tabla 2.5.2, también denominada como Tabla 5(KP), se muestra la estimación de los flujos de emisiones (+) y absorciones (-) de gases de efecto invernadero generados en las actividades del sector LULUCF de PK. Las tres primeras columnas muestran las estimaciones en masa de cada gas y la cuarta columna en unidades de CO_2 equivalente, habiendo utilizado las ponderaciones habituales de los distintos gases conforme a los valores de IPCC 1995.

Tabla 2.5.2.- Emisiones (+) y absorciones (-) de gases de efecto invernadero en LULUCF-PK en 2008 *(Cifras en Gg)*

Actividades fuente/sumidero de gases de efecto invernadero	**Emisiones / Absorciones netas de CO_2**	**CH_4**	**N_2O**	**Emisiones / Absorciones netas de CO_2e**
A. Actividades Artículo 3.3				**-9.690**
A.1. Forestación / Reforestación	-9.726	IE, NO	IE, NO	-9.726
A.1.1. Unidades de tierra no taladas desde el comienzo del periodo de compromiso	-9.726	IE, NO	IE, NO	-9.726
A.1.2. Unidades de tierra taladas desde el comienzo del periodo de compromiso	NA, NO	NO	NO	NA, NO
A.2. Deforestación	36	NO	NO	36
B. Actividades Artículo 3.4				**-42.194**
B.1. Gestión bosques	-39.120	1	0	-39.097
B.2. Gestión tierras agrícolas	-3.098	IE, NO	IE, NO	-3.098
B.3. Gestión de pastizales	NA	NA	NA	NA
B.4. Revegetación	NA	NA	NA	NA

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

3.- Energía

3.1.- Panorámica del sector

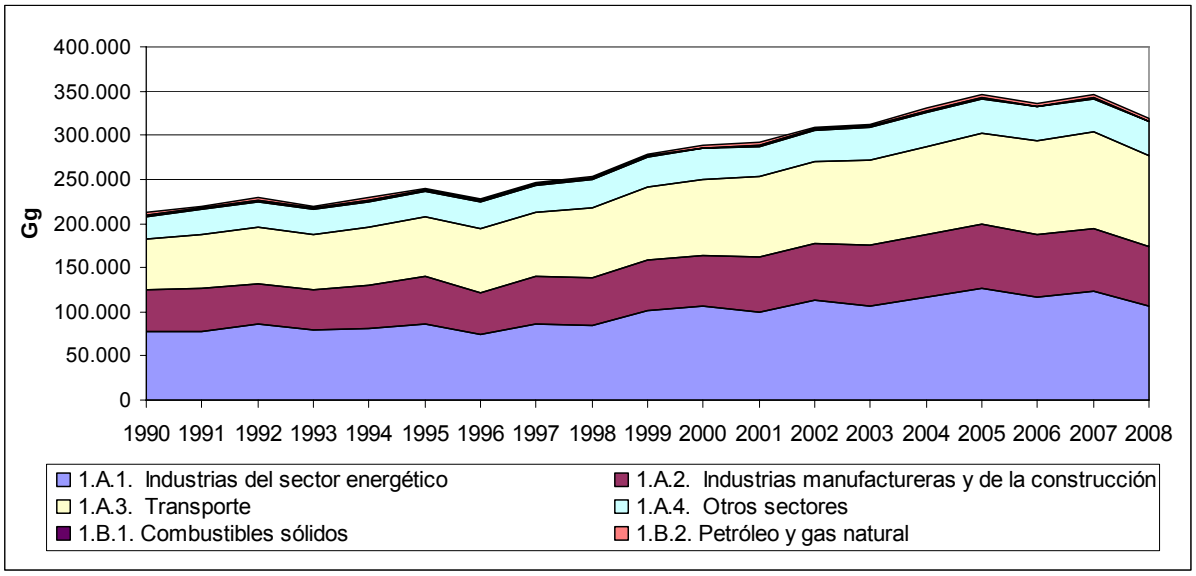
Las emisiones de la energía representaron en el año 2008, en términos de CO_2 equivalente (CO_2-eq), un 78,5% de las emisiones totales del inventario, lo que supone un incremento en su contribución respecto del año 1990, en el que representaban un 74,4% del total. Así, las emisiones de CO_2-eq en este sector han registrado un incremento del 49,7% a lo largo del periodo inventariado 1990-2008, pasando de 212.226 (Gg) de CO_2-eq en 1990 a 318.350 Gg en el año 2008. En la tabla 3.1.1 se presentan en términos de CO_2-eq las emisiones del sector de energía con desglose por categorías componentes según la nomenclatura CRF, distinguiéndose entre las actividades de combustión (categorías 1A1 a 1A4) y las emisiones fugitivas de combustibles (categorías 1B1 y 1B2).

Tabla 3.1.1.- Emisiones de CO_2-eq *(Cifras en Gg)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
1.A Actividades de combustión	***208.148***	***236.132***	***284.549***	***326.398***	***341.460***	***331.736***	***341.542***	***314.893***
1.A.1 Industrias del sector energético	77.702	86.673	105.705	116.321	126.102	117.212	123.154	105.803
1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción	46.674	53.350	58.480	71.367	72.355	70.618	70.542	67.391
1.A.3 Transporte	57.367	66.736	86.360	99.425	103.108	106.427	110.029	103.506
1.A.4 Otros sectores	26.405	29.373	34.003	39.285	39.895	37.479	37.816	38.193
1.B Emisiones fugitivas de los combustibles	***4.078***	***4.045***	***4.103***	***3.915***	***3.939***	***3.803***	***3.868***	***3.457***
1.B.1 Combustibles sólidos	1.835	1.483	1.263	1.064	1.029	1.055	977	777
1.B.2 Petróleo y gas natural	2.243	2.562	2.840	2.850	2.910	2.749	2.891	2.680
Total Energía	**212.226**	**240.177**	**288.652**	**330.313**	**345.399**	**335.540**	**345.410**	**318.350**

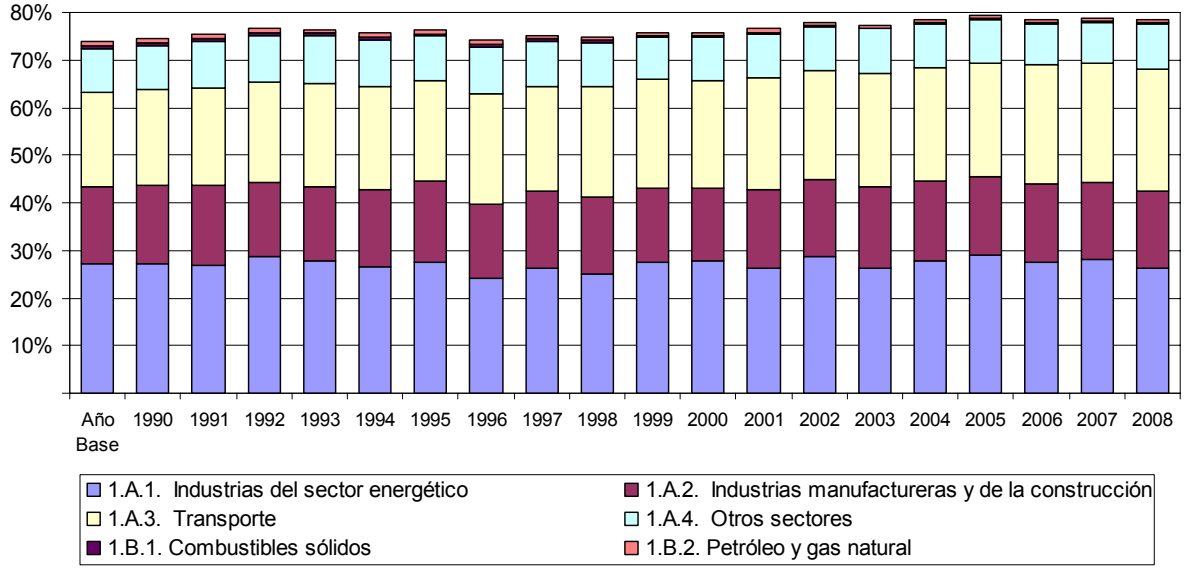
Como puede observarse, la mayoría de las emisiones de este sector proceden de las actividades de combustión (por encima del 98%), constituyendo las emisiones fugitivas una fuente de emisiones menor tanto en el sector como en el total del inventario. Es por ello por lo que la evolución de las emisiones del sector está determinada por las actividades de combustión. En la figura 3.1.1 se presenta la evolución de las emisiones de CO_2-eq del sector con desglose por cada una de sus categorías.

Figura 3.1.1.- Evolución de las emisiones de CO_2-eq



En la figura 3.1.2 se muestra la contribución de las distintas categorías fuente del sector de la energía a las emisiones totales de CO_2-eq del inventario a lo largo del periodo 1990-2008. Como puede observarse la contribución conjunta del sector ha sido siempre superior al 70% del total de emisiones, alcanzando su cuota más alta en el año 2005 (79,4%).

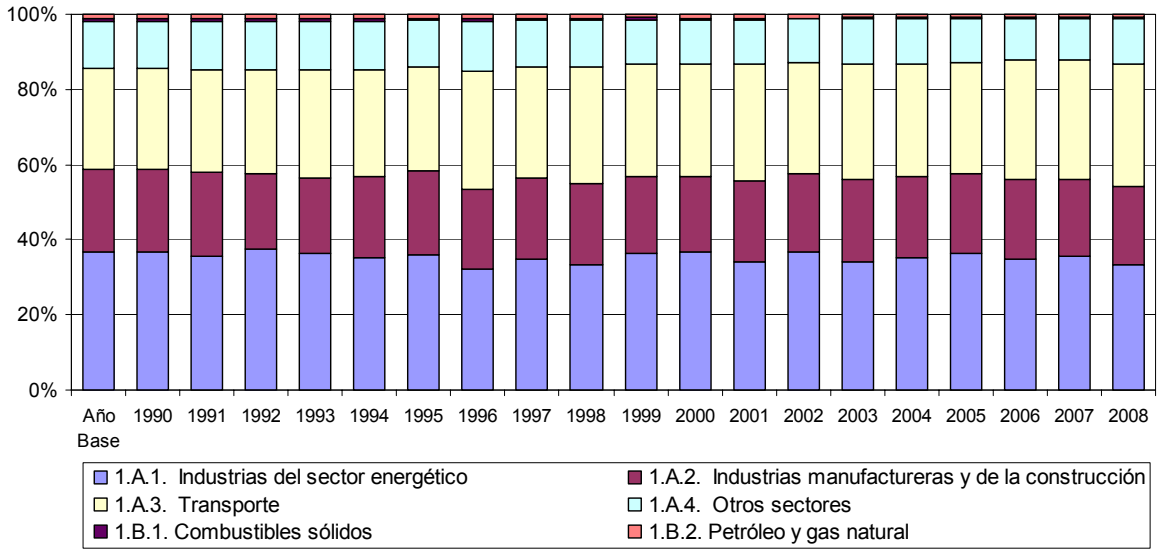
Figura 3.1.2.- Porcentaje de las emisiones de CO_2-eq por categoría respecto al total del inventario



En la figura 3.1.3 se muestra la distribución por categoría fuente de las emisiones de CO_2-eq del sector energía. Como puede observarse en la figura, las principales categorías

que contribuyen a las emisiones de este sector son las correspondientes a las industrias del sector energético (centrales térmicas, refinerías de petróleo, transformación de combustibles) y al transporte (33,2% y 32,5% respectivamente en 2008), seguidas por las industrias manufactureras y de la construcción (21,2% en el año 2008) y la combustión en otros sectores (12,0% en el año 2008). Tal y como se ha mencionado previamente, las emisiones correspondientes a las categorías de emisiones fugitivas de combustibles tienen una importancia reducida (inferior al 1,1% en 2008) dentro del sector, si bien cabe destacar por un lado la evolución descendiente de la contribución de las emisiones de los combustibles sólidos en contraposición a la evolución creciente de las correspondientes a los combustibles líquidos y gaseosos, siendo esto un reflejo del incremento que se produce del consumo de gas natural y de los combustibles derivados del petróleo con respecto al de los carbones.

Figura 3.1.3.- Porcentaje de las emisiones de CO_2-eq por categoría respecto al total del sector



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

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

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

para el último año del periodo inventariado[1]. No obstante, en el desglose sectorial, se elabora para el inventario una información propia, derivada en gran parte de los casos de información directa procedente de las plantas de los sectores a los que se envía cuestionario individualizado. Cuando la información se ha obtenido por esta vía y cubre exhaustivamente el conjunto de un determinado sector se da preferencia a esta fuente de información sobre otras fuentes alternativas. Sin embargo, cuando la información obtenida de forma individualizada no cubre la totalidad de un determinado sector, se considera también la información complementaria de la fuente de información más agregada para obtener una estimación del total del consumo en el correspondiente sector. Por otra parte, para algunos otros sectores se hace una estimación del consumo de combustibles a partir de sus ratios específicos de consumo teniendo en cuenta la información facilitada sobre sus variables de actividad (entre otros el consumo de la flota pesquera nacional o la maquinaria agrícola y forestal).

Por lo que respecta a los tipos de combustible, se parte de la nomenclatura NAPFUE de EMEP/CORINAIR complementada en su caso por la de IPCC. Adicionalmente, para algunos combustibles muy relevantes para el cómputo de las emisiones de CO_2, se llega a un análisis individualizado por plantas energético-industriales, lo que permite efectuar la estimación de las emisiones mediante un balance de carbono.

En cuanto a los algoritmos de estimación de las emisiones, se parte, en la medida de lo posible, del balance de carbono para estimar las emisiones de CO_2 (metodología IPCC basada en contenido de carbono del combustible y factor de oxidación del carbono a CO_2), si bien cuando para un combustible no se dispone de esta información se opta por una aproximación al factor de CO_2 final basándose en características estándar de los combustibles (esencialmente el poder calorífico inferior). Para el CH_4 y el N_2O, en los que la metodología del balance de masas no es operativa, se han tomado factores de emisión procedentes de referencias bibliográficas, entre las que cabe destacar el Manual de Referencia 1996 IPCC, la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, el Libro Guía de EMEP/CORINAIR, y otras fuentes sectoriales (American Petroleum Institute, API) o institucionales (Centre Interprofessionel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, CITEPA).

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

b) Exhaustividad, transparencia y coherencia temporal

Las emisiones estimadas de los tres gases principales con efecto directo de calentamiento atmosférico (CO_2, CH_4 y N_2O) cubren la práctica totalidad de las categorías CRF del sector energía[2]. En el sector se incluyen también las emisiones procedentes de las

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

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

plantas de incineración de residuos urbanos y de la combustión del biogás de vertederos, así como de las plantas de incineración de residuos industriales, cuando en dichas actividades se realiza valorización energética de los residuos incinerados y del biogás. No obstante, cabría destacar como limitación de la aplicación del principio de exhaustividad, la no inclusión de las emisiones de CO_2 provenientes de la extracción y manipulación de los carbones, si bien las Guías IPCC de 1996 y 2000 no proporcionan factores explícitos para realizar esta estimación.

En el sector de energía se hace una aplicación intensiva de la recogida de información vía cuestionario individualizado a las plantas consideradas como grandes focos puntuales, entre las que cabe citar las de los sectores siguientes: centrales térmicas de servicio público, incineradoras y grandes vertederos de residuos urbanos, incineradoras de residuos industriales, refinerías de petróleo, transformación de combustibles sólidos (coquerías en la siderurgia integral), plantas siderúrgicas integrales, fabricación de alúmina y aluminio primario, fábricas de pasta de papel y fabricación de vidrio[3]. Para dichas plantas se explota la información de base que permite el análisis desglosado de los consumos de combustibles y la composición de los mismos en términos de contenidos de carbono y poderes caloríficos. Esta información es rastreable, salvado en su caso el requerimiento de confidencialidad que algunos sectores han levantado para la revisión de los inventarios nacionales. Para los sectores y actividades en que se ha tratado la información utilizando fuentes no individualizadas por planta, se dispone en la mayoría de los casos relevantes de un desglose sectorial y provincial (NUTS3) de la misma, que permite un análisis detallado de la información de acuerdo con el enfoque *bottom-up*.

A continuación se examinan en detalle las fuentes clave del sector de la energía. El análisis de las fuentes clave se ha realizado para el año base[4] (nivel de emisión) utilizando el enfoque de nivel 1 (Tier 1), y para el año 2008 (nivel de emisión y tendencia) utilizando los enfoques de nivel 1 y 2 (Tier 1 y Tier2). En concreto, se han identificado las siguientes fuentes clave:

- Combustión estacionaria en el sector de la energía (1A1), sin discriminación por tipo de combustible, debido a sus emisiones de N_2O. Esta es una fuente clave en el año 2008, tanto por su contribución al nivel de las emisiones como a la tendencia, al aplicar el Tier 2, pero no lo es cuando se aplica el Tier 1.

- Plantas de servicio público de electricidad y calor (1A1a) por sus emisiones de CO_2. En el caso de los combustibles sólidos, esta categoría es fuente clave, tanto por su nivel como por su tendencia independientemente del Tier utilizado, bien sea en el año base o en el año 2008. Para los combustibles líquidos, la naturaleza de fuente clave sólo se presenta por su nivel de emisiones (años base y 2008) cuando se utiliza el Tier 1, pero no cuando se utiliza el Tier 2. En cuanto a los combustibles gaseosos, el incremento del consumo de gas natural en las centrales térmicas de ciclo combinado hace que sean fuente clave por su tendencia independientemente del Tier utilizado.

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

[4] El año base toma como referencia el año 1990 para el CO_2, CH_4 y N_2O y el año 1995 para los gases fluorados HFC, PFC y SF_6.

Sin embargo, el nivel de emisiones de CO_2 por el uso de combustibles gaseosos solamente tiene naturaleza de fuente clave en el año 2008 cuando se utiliza el Tier 1, pero no cuando se utiliza el Tier 2.

- Refinerías de petróleo (1A1b) por emisiones de CO_2. Destaca el hecho de que en el año 2008 el nivel de emisiones es una fuente clave para combustibles líquidos y gaseosos cuando se aplica Tier 1, pero no cuando se aplica Tier 2. Además puede observarse que el incremento producido en el consumo de gas natural queda reflejado en la naturaleza clave de las emisiones de este combustible en 2008 frente al año base en el que los combustibles gaseosos en esta categoría no constituye una fuente clave.

- Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c) por emisiones de CO_2 para los combustibles sólidos. Cabe mencionar que en el año 2008, tanto para el nivel como para la tendencia, la naturaleza de fuente clave solamente se obtiene cuando se utiliza el Tier 1, pero deja de serlo cuando se utiliza el Tier 2.

- Combustión estacionaria en el sector industrial (1A2). Esta categoría es fuente clave, tanto en el año base como en el año 2008, por el nivel y por la tendencia de las emisiones de CO_2 para combustibles sólidos, líquidos y gaseosos independientemente del Tier utilizado (Tier 1 o Tier 2), con la excepción del nivel de emisiones del año 2008 para los combustibles sólidos, donde sólo resulta fuente clave al utilizar el Tier1.

- Combustión estacionaria en el sector industrial (1A2), sin discriminación por tipo de combustible, debido a sus emisiones de CH_4 y de N_2O en el año 2008. Cabe mencionar que la naturaleza de fuente clave depende del tipo de enfoque (Tier) utilizado, ya que para el CH_4 es fuente clave por su tendencia cuando se aplica el Tier 2, pero no cuando se aplica Tier 1, mientras que para el N_2O resulta fuente clave por nivel al aplicar el Tier 2, pero no cuando se aplica el Tier 1.

- Tráfico aéreo nacional (1A3a2) por sus emisiones de CO_2. Destaca el hecho de que en el año 2008 sería fuente clave por su tendencia si se utilizara el Tier 1 pero no resulta tal al utilizar el Tier 2 debido a la reducida incertidumbre de los factores de emisión.

- Transporte por carretera (1A3b) por sus emisiones de CO_2, tanto para la gasolina como para el gasóleo. En el caso de la gasolina, destaca el hecho de que en el año 2008 sería fuente clave si se utilizara el Tier 1, pero no lo es al utilizar Tier 2. Esto es una consecuencia de la combinación de las dos circunstancias siguientes: 1) el menor valor relativo de la variable de actividad (consumo de gasolina) con respecto a otros carburantes como el gasóleo, y el hecho de que el consumo de gasolina muestre una pauta decreciente a lo largo de los años; y 2) el bajo nivel de incertidumbre para la gasolina, tanto de la variable de actividad como del factor de emisión.

- Tráfico marítimo nacional (1A3d2) por sus emisiones de CO_2.

- Combustión estacionaria en “Otros sectores” (1A4). Esta categoría es fuente clave en el año base por su nivel de emisiones de CO_2 para los combustibles sólidos y líquidos (Tier 1). Sin embargo, la naturaleza de fuente clave en el nivel de emisiones del año 2008 depende del tipo de Tier utilizado, ya que utilizando el Tier 2, sólo es fuente clave por su nivel de emisiones de combustibles líquidos, mientras que si se utilizara el Tier

1, sería fuente clave para combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Un comportamiento similar se observa para la tendencia en el año 2008, ya que utilizando el Tier 2 tienen naturaleza de fuente clave las emisiones de CO_2 de los combustibles sólidos y líquidos, mientras que si se utilizara el Tier 1 también sería fuente clave por el consumo de combustibles gaseosos.

- Combustión estacionaria en "Otros sectores" (1A4), sin discriminación por tipo de combustible, debido a sus emisiones de CH_4 y de N_2O en el año 2008. Al igual que en la categoría 1A2, destaca el hecho de que la naturaleza de fuente clave en el año 2008 depende del tipo de enfoque (Tier) utilizado, ya que como puede apreciarse en la tabla 3.1.3 la naturaleza clave sólo se produce cuando se utiliza el Tier 2, pero no cuando se utiliza el Tier 1.

- Emisiones fugitivas – combustibles sólidos (1B1). Esta categoría es fuente clave por su nivel de emisiones de CH_4 en el año base y en el año 2008 cuando se utiliza el Tier 1, pero no constituye una fuente clave en 2008 por su nivel de emisiones cuando se pasa a utilizar el Tier 2. Asimismo, las emisiones de CH_4 constituyen una fuente clave por su tendencia en 2008 independientemente del Tier utilizado.

- Emisiones fugitivas – petróleo y gas natural (1B2). Esta categoría es una fuente clave por su nivel de emisiones de CO_2, tanto en el año base como en el año 2008, pero solamente cuando se aplica el Tier 1, ya que al utilizar el Tier 2 pierde su naturaleza clave en el año 2008.

Como síntesis de lo anterior se presenta a continuación la tabla 3.1.3 que recoge, para las categorías clave de este sector, la contribución de las emisiones al nivel y a la tendencia, el número de orden de la categoría en la relación de fuentes clave[5], así como los valores absolutos en términos de CO_2-eq, referidos todos ellos al año 2008.

[5] Orden determinado por la contribución de las emisiones de la categoría al nivel o a la tendencia.

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

Actividad IPCC		Gas	CO_2-eq (Gg)	Contribución al nivel		
				Tier 1		
Código	Descripción			%	Fuente clave	Nº orden
1A1	Combustión en el sector energía	N_2O	283	0,1	NO	45
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO_2	57.778	20,1	SI	1
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO_2	6.007	2,1	SI	13
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Gaseosos	CO_2	437	0,2	NO	38
1A1b	Refino de petróleo - Líquidos	CO_2	10.861	3,8	SI	9
1A1b	Refino de petróleo - Gaseosos	CO_2	45	0,0	NO	59
1A1c	Transformación de combustibles. sólidos y otras industrias energéticas - Sólidos	CO_2	1.847	0,6	SI	24
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO_2	13.237	4,6	SI	6
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO_2	24.521	8,5	SI	3
1A2	Combustión estacionaria en la industria– Gaseosos	CO_2	8.432	2,9	SI	11
1A2	Combustión estacionaria en la industria	CH_4	83	0,0	NO	53
1A2	Combustión estacionaria en la industria	N_2O	400	0,1	NO	41
1A3a2	Tráfico aéreo nacional	CO_2	4.130	1,4	SI	16
1A3b	Transporte por carretera – Gasolina	CO_2	25.928	9,0	SI	2
1A3b	Transporte por carretera – Gasóleo	CO_2	24.436	8,5	SI	4
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO_2	1.500	0,5	SI	27
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores - Sólidos	CO_2	2.282	0,8	SI	21
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores - Líquidos	CO_2	21.685	7,5	SI	5
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores - Gaseosos	CO_2	1.319	0,5	NO	28
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores	CH_4	819	0,3	NO	35
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores	N_2O	300	0,1	NO	44
1B1	Emisiones fugitivas – Combustibles sólidos	CH_4	1.818	0,6	SI	25
1B2	Emisiones fugitivas – Petróleo y gas natural	CO_2	1.656	0,6	SI	26

Tabla 3.1.3.- Fuentes clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2008

Actividad IPCC		Gas	CO_2-eq (Gg)	Contribución al nivel						Contribución a la tendencia					
				Tier 1			Tier 2			Tier 1			Tier 2		
Código	Descripción			%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden
1A1	Combustión en el sector energía	N_2O	731	0,2	NO	37	5,0	SI	4	0,1	NO	38	4,5	SI	5
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO_2	46.674	11,5	SI	2	1,6	SI	17	14,1	SI	2	2,4	SI	9
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO_2	9.349	2,3	SI	13	0,2	NO	38	0,4	NO	27	0,0	NO	55
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Gaseosos	CO_2	33.582	8,3	SI	4	0,6	NO	26	13,3	SI	3	1,2	SI	16
1A1b	Refino de petróleo - Líquidos	CO_2	10.749	2,6	SI	12	0,3	NO	33	1,9	SI	14	0,3	NO	33
1A1b	Refino de petróleo - Gaseosos	CO_2	1.679	0,4	SI	27	0,0	NO	55	0,7	SI	22	0,1	NO	51
1A1c	Transformación de combustibles. sólidos y otras industrias energéticas - Sólidos	CO_2	938	0,2	NO	33	0,1	NO	53	0,7	SI	21	0,2	NO	41
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO_2	5.627	1,4	SI	18	0,7	NO	25	5,3	SI	6	3,2	SI	7
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO_2	25.018	6,2	SI	5	2,2	SI	12	3,9	SI	8	1,7	SI	13
1A2	Combustión estacionaria en la industria– Gaseosos	CO_2	35.202	8,7	SI	3	1,5	SI	18	9,4	SI	4	2,0	SI	11
1A2	Combustión estacionaria en la industria	CH_4	617	0,2	NO	41	0,7	NO	24	0,2	NO	33	1,1	SI	19
1A2	Combustión estacionaria en la industria	N_2O	580	0,1	NO	42	4,0	SI	6	0,0	NO	65	0,2	NO	39
1A3a2	Tráfico aéreo nacional	CO_2	7.314	1,8	SI	15	2,2	SI	13	0,6	SI	23	0,9	NO	24
1A3b	Transporte por carretera – Gasolina	CO_2	19.552	4,8	SI	7	0,6	NO	27	6,9	SI	5	1,0	SI	23
1A3b	Transporte por carretera – Gasóleo	CO_2	71.619	17,7	SI	1	3,3	SI	8	15,0	SI	1	3,3	SI	6
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO_2	3.319	0,8	SI	21	2,1	SI	14	0,5	SI	25	1,5	SI	14
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores - Sólidos	CO_2	557	0,1	NO	43	0,1	NO	44	1,1	SI	19	1,1	SI	21
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores - Líquidos	CO_2	24.708	6,1	SI	6	3,2	SI	9	2,4	SI	10	1,5	SI	15
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores - Gaseosos	CO_2	11.913	2,9	SI	10	0,5	NO	28	4,1	SI	7	0,9	NO	25
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores	CH_4	681	0,2	NO	39	0,8	NO	22	0,2	NO	34	1,1	SI	20
1A4	Combustión estacionaria en otros sectores	N_2O	334	0,1	NO	50	2,3	SI	11	0,0	NO	56	1,2	SI	17
1B1	Emisiones fugitivas – Combustibles sólidos	CH_4	692	0,2	NO	38	0,2	NO	36	0,8	SI	20	1,1	SI	18
1B2	Emisiones fugitivas – Petróleo y gas natural	CO_2	2.173	0,5	SI	26	0,4	NO	30	0,1	NO	49	0,1	NO	53

c) Explicación de la tendencia

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

El principal grupo de actividades lo constituyen las industrias del sector energético (categoría 1A1, que incluye las centrales térmicas, refinerías de petróleo, transformación de combustibles), pues suponen entre el 32% y el 38% de las emisiones de la categoría. Dado su peso relativo, interesa distinguir dentro de este agregado por un lado la evolución de las centrales térmicas y por otro la industria del refino de petróleo, pues el sub-sector de transformación de combustibles tiene una ponderación muy reducida en el conjunto del grupo. En la tendencia de las emisiones de las centrales térmicas puede distinguirse a grandes rasgos tres sub-intervalos: el periodo 1990-1998 relativamente estable y con un crecimiento moderado; el periodo 1998-2007 con una tasa de crecimiento significativo en consonancia con los requerimientos de energía eléctrica motivados por el crecimiento económico; y el periodo 2007-2008 en el que se produce un acentuado descenso de las emisiones como consecuencia del cambio de la distribución (mix) de combustibles en la producción de electricidad en las centrales térmicas con un descenso muy significativo de la participación del carbón. Sobre estas pautas generales de la tendencia las emisiones aparecen moduladas por picos y valles relativos cuya explicación se encuentra esencialmente en la influencia del año hidrológico en la producción de electricidad. Así, destacan como valles los años 1996, 2001, 2003 y 2006, y como picos relativos los años 1995, 2002 y 2005. El descenso en el año 2008 viene esencialmente motivado por el hecho ya comentado del cambio de fuentes energéticas en la generación de electricidad, con el descenso relativo muy pronunciado de la producción de energía en las centrales convencionales de carbón. En cuanto a las refinerías de petróleo, la evolución de sus emisiones viene marcada esencialmente por el volumen de crudo refinado y adicionalmente por la expansión de las actividades de cogeneración dentro de esta industria y, en los últimos años, por la extensión de determinados procesos (plantas de producción de hidrógeno) intensivos en consumo de combustibles. En conjunto, para la categoría 1A1 las emisiones de CO_2-eq han experimentado un crecimiento superior al 36% si se compara el nivel de 2008 con respecto al del año 1990.

Por lo que respecta a la combustión industrial (categoría 1A2), puede apreciarse como las emisiones siguen en general la pauta tendencial y las fluctuaciones de la actividad económica del país, con un decrecimiento en el periodo 1990-1993, un periodo de fluctuación entre 1993 y 1997 con reconversiones sectoriales, y un periodo de crecimiento posterior, con una inflexión a la baja en los años 2006 y 2007 que se acentúa en el año 2008 como consecuencia del descenso del nivel de actividad económico del país. En la evolución de las emisiones también ha jugado un papel importante la modificación de la mezcla de combustibles utilizados hacia composiciones con menos contenido de carbono por unidad energética. Las emisiones de CO_2-eq en esta categoría 1A2 experimentan una variación superior al 44% en el año 2008 con respecto al año 1990.

En cuanto a las actividades del transporte, con una contribución a las emisiones de la categoría que varía del 27% al 33% a lo largo del periodo analizado, destaca como absolutamente dominante el transporte por carretera, cuyas emisiones de CO_2-eq suponen

entre el 89% y el 92% del transporte en el periodo inventariado, y que presenta tasas de crecimiento interanual elevadas, excepción hecha del pequeño descenso en el año 1993, la práctica estabilidad de los años 1995 y 1997, y el pronunciado descenso, el mayor de toda la serie, en el año 2008 imputable a la fuerte desaceleración del crecimiento económico. A gran distancia del transporte por carretera se sitúa el tráfico aéreo (entre el 4,4% y el 7,3% de las emisiones de CO_2-eq del transporte), en el que tras el periodo 1990-1994 de descenso de la actividad y consecuentemente de las emisiones se produce un aumento significativo del nivel de actividad, excepción hecha del paréntesis que supuso el periodo 2000-2003 de crisis relativa en el sector por la situación del contexto político internacional, y del año 2008 imputable, al igual que en el transporte por carretera, a la atonía de la actividad económica. Por último el transporte marítimo, partiendo de una posición de poco peso en el conjunto del transporte (entre el 1,6% y el 3,2% a lo largo del periodo inventariado), evidencia a partir del año 1998 un crecimiento sostenido. Otros modos de transporte (ferrocarril, tubería, etc.) tienen una contribución marginal. En conjunto las emisiones de CO_2-eq en las actividades del transporte presentan un incremento por encima del 80% en el año 2008 con respecto al año 1990.

Por lo que se refiere a la combustión en "Otros sectores" (categoría 1A4, donde se incluye la combustión en los sectores residencial, comercial e institucional, así como el uso de combustibles en maquinaria agro-forestal y en la flota pesquera), puede distinguirse el periodo 1990-1997 de relativa estabilidad o moderado crecimiento, y el periodo 1997-2005 de crecimiento sostenido, al que sigue el año 2006 con una inflexión a la baja y de un nivel relativamente estable a partir de dicho año. Parte de este perfil está motivado por una evolución del nivel de actividad y renta económica pero con picos y valles menos acentuados que los que se presentan en la combustión industrial. La contribución a las emisiones de esta categoría oscila entre el 11% y el 13% a lo largo del periodo analizado, con una variación de las emisiones de CO_2-eq entre el año 2008 y el año 1990 del 44,6%

d) Programa de garantía de calidad

Como ya se ha mencionado en el epígrafe 1.6.5 del capítulo 1, a lo largo de los años 2007-2008 se desarrolló el "Programa de garantía de calidad del inventario nacional de emisiones de contaminantes a la atmósfera" cuya encomienda fue asignada al Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) [6]. En dicho programa se cubrían dos áreas principales, una referida a aspectos generales del inventario, y una segunda específica del sector Energía. A continuación se hace referencia a las acciones recomendadas en dicho programa para el sector Energía que se han implementado en la presente edición del inventario, y que son, por tanto, adicionales a las ya referidas en la edición anterior.

a) Datos de entrada

   Mejora en la documentación de los factores de emisión, principalmente en los casos en que correspondan a combustibles o procesos muy singulares.

b) Relación de fuentes emisoras

[6] Véase en este sentido referencia al CIEMAT en el epígrafe 1.2.3.

Homogeneizar el tratamiento en el sector de las plantas de tratamiento de residuos en las que se efectúe valorización energética, a las que se ha incorporado en esta edición la incineración de residuos industriales.

c) Controles de calidad

Intensificación de los controles de calidad aplicados a la información facilitada en los cuestionarios, bien sea en los propios cuestionarios o en el procesamiento posterior de la información mediante la utilización de herramientas auxiliares o en la propia base de datos. En particular se deberá hacer hincapié en los datos facilitados de emisiones medidas (SO_2, NO_X, partículas), características de combustibles declaradas, así como evitar las carencias que puedan presentarse en la información facilitada. Un control de gran interés es el que se realiza en las centrales térmicas referente al ratio energía eléctrica producida entre energía térmica de entrada para la detección de valores atípicos con el objeto de investigar datos incorrectos en el consumo reportado de combustibles.

d) Base de datos (estructura y contenido)

En esta edición del inventario, se ha incorporado en el esquema general de la base de datos las principales variables del balance energético. Esta sistematización permite implementar controles de calidad (consumos energéticos, poderes caloríficos, etc.) mediante consultas directas a la base de datos general, reduciendo el riesgo de valores anómalos no justificados.

e) Datos de emisiones (procesado de datos)

Extensión del desarrollo de los contrastes entre estimaciones de emisiones basadas en medidas y basadas en cálculos.

f) Informes

Mejora de los informes elaborados mediante la inclusión de un mayor detalle de los combustibles consumidos, metodologías de estimación utilizadas y referencias a informaciones y documentaciones adicionales empleadas. En particular, los informes sectoriales de grandes focos puntuales permiten detectar posibles valores anómalos, que son objeto de investigación posterior, para confirmarlos o revisarlos.

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

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

3.2.1.- Descripción de la actividad

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

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

En la tabla 3.2.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible, siendo el CO_2 el gas que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 3.2.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones de los tres gases (CO_2, CH_4 y N_2O) en términos de CO_2-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO_2-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía. En dichas tablas no figuran las emisiones de CO_2 originadas por la quema de biomasa ya que de acuerdo con la metodología IPCC no deben computarse en el inventario, aunque sí han sido estimadas pro-memoria y reflejadas como tales en el CRF Reporter.

Tabla 3.2.1.- Emisiones *(Cifras en Gg)*

	1990	**1995**	**2000**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
CO_2								
Líquidos	6.007	7.880	11.184	11.887	12.966	11.294	9.696	9.349
Sólidos	57.778	63.240	75.403	75.246	75.996	65.583	71.082	46.674
Gaseosos	437	155	2.764	12.233	20.375	23.853	25.869	33.582
Biomasa								
Otros	110	203	389	645	725	810	850	912
Total	**64.331**	**71.478**	**89.741**	**100.011**	**110.062**	**101.540**	**107.496**	**90.517**
CH_4								
Líquidos	0,10	0,13	0,17	0,27	0,32	0,31	0,31	0,30
Sólidos	0,35	0,39	0,46	0,46	0,47	0,40	0,44	0,28
Gaseosos	0,00	0,00	0,04	0,76	1,30	1,63	1,79	2,35
Biomasa	0,00	0,16	0,71	2,60	2,66	2,94	2,98	2,95
Otros	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Total	**0,45**	**0,68**	**1,38**	**4,11**	**4,75**	**5,30**	**5,52**	**5,89**
N_2O								
Líquidos	0,12	0,16	0,22	0,25	0,28	0,24	0,21	0,21
Sólidos	0,47	1,21	1,25	1,18	1,13	0,97	0,99	0,79
Gaseosos	0,01	0,00	0,05	0,27	0,45	0,54	0,60	0,78
Biomasa	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Otros	0,04	0,07	0,13	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20
Total	**0,64**	**1,44**	**1,65**	**1,89**	**2,05**	**1,96**	**2,01**	**1,99**

Tabla 3.2.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	64.538	71.940	90.282	100.682	110.796	102.259	108.235	91.259
Índice CO_2-eq	100,0	111,5	139,9	156,0	171,7	158,4	167,7	141,4
% CO_2-eq sobre total inventario	22,64	22,84	23,71	23,95	25,46	23,93	24,67	22,49
% CO_2-eq sobre energía	30,41	29,95	31,28	30,48	32,08	30,48	31,34	28,67

3.2.2.- Metodología

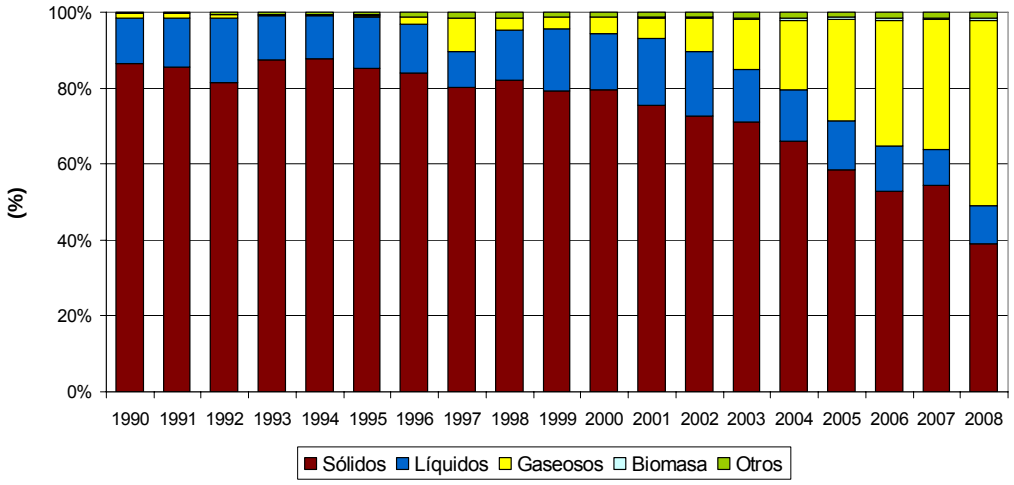
En la tabla 3.2.3 se muestra la variable de actividad, consumo de combustibles, expresada en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}). Esta es una información derivada calculada a partir del consumo en unidades físicas (toneladas o m^3N) y los correspondientes poderes caloríficos. La información sobre consumo y características de los combustibles obtenida vía cuestionario individualizado de las centrales térmicas, recoge la composición de los mismos, y entre sus características, además del parámetro PCI ya citado, los contenidos de carbono, azufre, cenizas, etc., determinados mediante analíticas con cuyos resultados se obtienen los valores medios anuales de dichos parámetros. En cuanto a las incineradoras y vertederos de residuos urbanos, y a las incineradoras de residuos industriales que realizan valorización energética de los residuos o del biogás captado, la información sobre las cantidades de residuos y de biogás quemados ha sido recabada asimismo mediante cuestionario individualizado a cada una de las plantas incineradoras y a los grandes vertederos, solicitándose asimismo en dicho cuestionario la composición de los residuos y del biogás, así como otros parámetros requeridos para la aplicación de los algoritmos de estimación de las emisiones.

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

Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***79.772***	***103.438***	***141.263***	***156.438***	***170.293***	***148.387***	***127.005***	***123.179***
Gasóleo	6.947	9.307	11.431	34.255	43.487	47.247	50.161	48.038
Fuelóleo	72.825	94.131	129.832	121.003	126.747	101.084	76.811	75.111
Coque de petróleo				1.134				
Otros comb. líquidos				46	59	55	33	30
Sólidos	***581.243***	***645.835***	***759.041***	***766.055***	***778.218***	***670.057***	***724.436***	***475.264***
Hulla y antracita	401.954	460.387	625.681	641.872	656.325	559.634	614.122	430.883
Lignito negro	53.162	104.118	54.584	46.932	47.585	42.556	41.995	31.722
Lignito pardo	114.539	75.380	65.701	65.080	61.976	57.032	56.385	1.748
Coque								
Briquetas de lignito	5.860							
Gas de coquería	944	591	2.947	2.732	2.410	2.327	1.834	1.219
Gas de horno alto	4.784	5.359	10.127	9.438	9.922	8.508	10.099	9.693
Gaseosos	***7.337***	***2.841***	***40.038***	***212.139***	***357.842***	***420.890***	***457.390***	***595.545***
Gas natural	7.337	2.841	33.970	204.601	351.376	414.244	450.651	588.833
Otros comb. gaseosos			6.069	7.538	6.466	6.645	6.739	6.712
Biomasa	***4***	***282***	***1.270***	***5.740***	***6.019***	***6.542***	***6.082***	***6.005***
Madera/Res. de madera			3	405	352	266	266	267
Otra biomasa sólida				719	1.080	1.209	612	612
Biogás	4	282	1.266	4.616	4.587	5.068	5.205	5.126
Otros	***3.103***	***5.708***	***11.741***	***17.983***	***18.568***	***19.808***	***20.494***	***20.363***
R.U.	3.103	5.708	11.741	15.423	15.598	17.461	18.532	18.568
Residuos industriales				2.561	2.969	2.347	1.962	1.795
Total	**671.459**	**758.104**	**953.352**	**1.158.355**	**1.330.940**	**1.265.684**	**1.335.407**	**1.220.355**

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

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



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

$$FE_{CO2}\left[kg/GJ\right] = \frac{44}{12} \cdot C_{comb} \cdot \varepsilon \cdot \frac{1}{H_U} \cdot 10^3 \qquad [3.2.1]$$

donde

FE_{CO2}: factor de emisión especificado

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

ε: fracción de carbono oxidado

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

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

Combustibles sólidos:	0,980
Combustibles líquidos:	0,990
Combustibles gaseosos:	0,995

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

Para la estimación de las emisiones de CO_2 (pro-memoria) de la biomasa se han aplicado factores de emisión deducidos a partir de los contenidos de carbono por defecto propuestos que figuran en el Manual de Referencia 1996 IPCC.

No obstante, debe mencionarse que para los primeros años de la serie (1990-1993) no estaba implantada la recogida de información vía cuestionario individualizado, por lo que la estimación de las emisiones de CO_2 no se ha realizado para dichos años utilizando el algoritmo anteriormente descrito, al no poderse disponer de la composición (análisis elemental) de los combustibles utilizados en cada central térmica. Es por ello por lo que hubo de recurrirse a las emisiones facilitadas para las grandes instalaciones de combustión por la Oficina de Compensaciones de la Energía Eléctrica (OFICO)[7], las cuales, sin embargo, no presentaban el desglose requerido por tipo de combustible. Para realizar la distribución de las emisiones de CO_2 facilitadas de cada central térmica entre los diferentes combustibles utilizados se calcula la emisión que se obtiene utilizando factores de emisión por defecto, y aplicando los correspondientes porcentajes de emisión así determinados a la emisión facilitada por OFICO. Dado que los factores de emisión por defecto utilizados difieren de los que se obtendrían si se dispusiera del análisis elemental de los combustibles, se producen en algunos casos divergencias que afectan a los factores de emisión implícitos que se obtienen finalmente, si bien se considera que las emisiones facilitadas por OFICO tienen un alto grado de fiabilidad.

Para la estimación de las emisiones de CH_4 se aplican factores de las guías metodológicas de EMEP/CORINAIR sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI, con la excepción del gas natural en los motores estacionarios, para los cuales se ha utilizado un factor de emisión facilitado por los principales proveedores de este tipo de instalaciones. En cuanto a las emisiones de N_2O, se aplican los factores seleccionados de las diferentes guías metodológicas (EMEP/CORINAIR, IPCC) así como de fuentes sectoriales e institucionales (API, CITEPA) igualmente sobre la variable de actividad energía

[7] Esta entidad, hoy ya desaparecida, facilitó datos de variables de actividad hasta el año 1994, así como de emisiones de CO_2 hasta el año 1996.

(GJ) en términos de PCI. Este mismo procedimiento se sigue para la estimación de otros contaminantes considerados en el CRF (COVNM y CO), mientras que para el SO_2 y el NO_X se da preferencia a las emisiones medidas que facilitan las plantas.

En las tablas 3.2.4 a 3.2.6 se presentan los factores de emisión por tipo de instalación utilizados en la estimación de las emisiones, si bien en el caso del CO_2 los factores indicados son aquellos que se utilizan por defecto cuando no se dispone de las características específicas del combustible.

Tabla 3.2.4.- Factores de emisión. Calderas

	CO_2 (t/TJ)	**CH_4 (kg/TJ)**	**N_2O (kg/TJ)**
Gasóleo	73	0,03	0,7
Fuelóleo	76	0,7	1,5
Coque de petróleo	98,3	0,3	2,5
Otros comb. líquidos	73 (1) 92,9-93,3 (2) (5)	0,7 (3)	1,5 (3)
Hulla y antracita	101	0,6	0,8 96 (4)
Lignito negro	99,42	0,6	0,8 96 (4)
Lignito pardo	100, 2	0,6	0,8
Coque	99,8	1,3	3
Briquetas de lignito	98	0,6	0,8
Gas de coquería	37,5 – 45,2 (5)	2,5	1,75
Gas de horno alto	267,1 – 279,9 (5)	0,3	1,75
Gas natural	55-56 (6)	0,1	0,9
Madera/Res. de madera	110	32	4
Residuos agrícolas	110	32	4
Biogás	112	2,5	1,75
Residuos industriales (7)	67-79 (5)	2,9	1,4
Residuos industriales (8)	43,7-51,4 (5)	2,5	1,75

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, tabla 27 y capítulo 112, tabla 7.
Manual de Referencia 1996 IPCC, tabla 1-1, para el CO_2 de la biomasa
API Compendium para el N_2O del fuelóleo, del gasóleo y del gas natural ("*Uncontrolled boilers and heaters*")
CITEPA, para el N_2O del coque, coque de petróleo, gas de coquería, gas de horno alto y biogás.
Manual de referencia 1996 IPCC, tabla 1-15, para el N_2O de la hulla y lignito negro en el caso de combustión en lecho fluido.
Manual de referencia 1996 IPCC, tabla 1-8, para el N_2O de la madera, residuos de madera y residuos agrícolas.

(1) Aceite usado.
(2) El factor de emisión corresponde a un combustible residual de la industria química, compuesto básicamente de benceno, tolueno, p-xileno, undecano y otros componentes pesados. Este factor de emisión ha sido obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de este combustible.
(3) Asimilado al factor de emisión del fuelóleo
(4) Combustión en lecho fluido
(5) El rango de factores de CO_2 indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado.
(6) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.
(7) Se trata de goma triturada. El rango de factores de CO_2 se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas en el periodo inventariado.
(8) Se contempla aquí el caso de un gas residual de la industria química (procedente de la deshidrogenación del propano en el proceso de fabricación de propileno), habiéndose asimilado los factores de emisión para el CH_4 y el N_2O a los de un gas de coquería por su contenido en hidrógeno y metano. En el caso del CO_2 el factor se ha obtenido por balance de masas a partir de las características específicas facilitadas (contenido de carbono, PCI) del gas en cuestión.

Tabla 3.2.5.- Factores de emisión. Turbinas de gas

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Gasóleo	73	4	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	4	1,3
Otros comb. gaseosos (2)	117,8 – 126,3	3	2,5
Residuos industriales (3)	43,7-51,4	2,5	1,75

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, tabla 27 y capítulo 112, tabla 7.
API Compendium para el N_2O del gas natural ("*Uncontrolled turbines*") y del gasóleo, asimilando en este caso el factor de emisión al de los motores estacionarios.
CITEPA, para el N_2O del fuelóleo y de otros combustibles gaseosos.

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.

(2) Se trata de gas sintético obtenido como resultado del proceso de gasificación de carbón. Para el CO_2 se muestra el rango de variación a lo largo del periodo inventariado. Para el CH_4, el factor de emisión aplicado por el Equipo de Trabajo del inventario se ha asimilado al del gas natural, utilizando un valor intermedio dentro del rango propuesto por el Libro Guía EMEP/CORINAIR para dicho combustible (2,5 – 4 g/GJ).

(3) Bajo el combustible residuos industriales se ha recogido un gas residual de la industria química (procedente de la deshidrogenación del propano en el proceso de fabricación de propileno), habiéndose asimilado los factores de emisión para el CH_4 y el N_2O a los de un gas de coquería por su contenido en hidrógeno y metano. En el caso del CO_2 el factor se ha obtenido por balance de masas a partir de las características específicas facilitadas (contenido de carbono, PCI) del gas en cuestión, presentándose el rango de variación a lo largo del periodo inventariado.

Tabla 3.2.6.- Factores de emisión. Motores estacionarios

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,5 (Gasóleo) 3,5 (Diesel)	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	316	1,3

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, tabla 27 y capítulo 112, tabla 7.
Factor de emisión facilitado por los principales proveedores de motores estacionarios para el CH_4 del gas natural.
API Compendium para el N_2O del gasóleo ("*Large bore diesel engine*")
CITEPA, para el N_2O del fuelóleo.

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.

Por lo que a las incineradoras de residuos urbanos (RU) se refiere, los factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero se han tomado de las tablas A1.1 a A1.6 del Anexo I del capítulo B-921 del Libro Guía EMEP/CORINAIR Tercera Edición. En el caso de los COV se ha asumido un 95% de COVNM y un 5% de CH_4. Para el CO_2 se ha asumido un factor de emisión por defecto, cuando no se ha podido disponer de la composición y características (contenido de carbono) de los residuos incinerados, de 324 kg/tonelada de residuo, calculado con los supuestos de que un 36% de dicho CO_2 es de origen fósil y un 64% de origen biogénico, y considerando que el factor global de CO_2 (fósil + biogénico) por tonelada de residuo es de 900 kg/tonelada. Los valores indicados para el CO_2 han sido derivados por el equipo de trabajo de los inventarios a partir de datos de composición de los residuos. Sin embargo, en aquellas plantas incineradoras en las que se ha dispuesto de información sobre la composición de los residuos y el contenido de carbono de origen fósil de cada componente, se ha obtenido la emisión de CO_2 mediante balance de masas a partir de esta información[8].

[8] En aquellas plantas incineradoras que han facilitado la información mencionada, se ha aplicado el factor de emisión implícito de CO_2 del primer año en que estaba disponible dicha información a las toneladas de residuos incinerados en los años precedentes.

En la tabla 3.2.7 se presentan los factores de emisión por defecto utilizados en la estimación de las emisiones. Cabe mencionar que en algún caso en particular se ha dispuesto de emisiones medidas en chimenea de CH_4 y de CO_2, si bien en este último caso debe tenerse en consideración que de acuerdo con la metodología de IPCC sólo debe computarse la parte de origen fósil de dichas emisiones.

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

	CO_2 (t/t)	CH_4 (kg/t)	N_2O (kg/t)
RU	0,324	0,001	0,1

Para las plantas de incineración de residuos industriales con valorización energética, la estimación de las emisiones de CO_2 se ha realizado mediante balance de masas utilizando la información correspondiente facilitada para los años 2005 y 2008, vía cuestionario individualizado, sobre la composición de los residuos incinerados. Tomando como referencia la composición del año 2008, y asignando a cada componente la fracción de carbono de origen fósil correspondiente, se ha obtenido la fracción fósil (media ponderada) por unidad de masa de residuo incinerado. Las emisiones de CH_4 se han calculado a partir de las emisiones medidas de COVNM facilitadas, y asumiendo (al igual que en los residuos urbanos) que dichas emisiones de COVNM suponen el 95% de las emisiones totales de COV, y que por tanto el CH_4 sería el 5% restante[9]. Por último, para el N_2O no se ha podido realizar la estimación de las emisiones dado que no se ha podido disponer de factores de emisión específicos para esta actividad en las guías metodológicas.

En la tabla 3.2.8 se presentan los factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones de la incineración de residuos industriales. En el caso del CH_4 se muestra el rango de variación de los factores de emisión que se obtiene a partir de las medidas facilitadas durante el periodo inventariado.

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

	CO_2 (t/t)	CH_4 (kg/t)	N_2O (kg/t)
Residuos industriales	1,326	0,171 – 0,479	

En cuanto a las emisiones de contaminantes procedentes de la quema de metano en la captación del biogás en vertederos controlados, se han calculado multiplicando las toneladas de metano quemado por los factores de emisión, sobre toneladas de metano quemado, correspondientes a calderas, motores o turbinas (véase la tabla 3.2.9). Para el CH_4 los factores de emisión se han derivado de la información sobre porcentajes de eficiencia en la quema de hidrocarburos tomados de EPA AP-42 5ª Ed, tabla 2.4-3 del epígrafe 2.4 “Municipal Solid Waste Landfill”, asumiendo que los complementos a la unidad de las eficiencias en la quema constituían las fracciones de fuga del metano; mientras que para el N_2O el factor ha sido derivado por el equipo de trabajo del inventario a partir del

[9] El Libro Guía EMEP/CORINAIR, parte B, capítulo 922, indica en la tabla 8.2.2 un factor de emisión de 7.400 g COVNM/t de residuo incinerado, de donde se deduce, aplicando los supuestos mencionados, un factor de emisión por defecto de 389 g CH_4/t de residuo incinerado, que encaja dentro del intervalo de factores de emisión de metano que figuran en la tabla 3.2.8.

factor de 1,75 g N_2O/GJ_{PCI} del biogás referido en la publicación "Facteurs d'emission du protoxide dázote pour les installations de combustión et les procédés industriels" del CITEPA.

Tabla 3.2.9.- Vertederos controlados con captación de biogás. Factores de emisión

	Calderas	Motores	Turbinas	Unidad
CH_4	20.000	28.000	56.000	g CH_4/t CH_4
N_20	90	90	90	g N_2O/t CH_4

3.2.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Las cinco clases de combustibles consideradas en esta categoría corresponden a combustibles sólidos, líquidos, gaseosos, biomasa y otros combustibles, y de estos los tres primeros son los que tienen una relevancia significativa en las emisiones de CO_2, pues con respecto a este gas las emisiones de cada una de esas tres clases de combustible por separado constituye una fuente clave del inventario.

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

La incertidumbre de los factores de emisión está determinada a su vez por las correspondientes al contenido de carbono en el combustible (masa de carbono/masa de combustible) y al factor de oxidación de carbono a CO_2. Como resultado de la combinación de estas incertidumbres se estima que la correspondiente a los factores de emisión se sitúa en torno al 4% para los combustibles sólidos, al 2% para los líquidos y al 1,5% para los gaseosos.

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

3.2.4.- Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría debe destacarse el seguimiento que se realiza de las características de los combustibles utilizados en las centrales térmicas, con especial hincapié en las características de los carbones debido a la gran variabilidad de las mismas y a su incidencia en las emisiones de CO_2. A partir de la información facilitada se contrastan los valores correspondientes al análisis elemental comprobando que la suma de los componentes de dicho análisis es igual a 100. En el caso de producirse carencias en dicha información o presentarse valores atípicos se investiga con

las propias plantas las causas de las anomalías con el fin de obtener las necesarias correcciones o justificaciones de los parámetros correspondientes. En la tabla 3.2.10 se presenta el modelo de solicitud de información relativo a las características de los combustibles utilizados en las centrales térmicas.

Tabla 3.2.10.- Información solicitada sobre características de combustibles

					ANÁLISIS ELEMENTAL BASE SECA (% en masa)							Suma
COMBUSTIBLE	PCI		PHI	H_2O	CARBONO	H	AZUFRE		N	O	CENIZAS	análisis
	kcal/kg	GJ/t	%	%	%	%	%	S/N	%	%	%	element.

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

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

Otra verificación adicional que se realiza, en este caso concerniente a la variable de actividad, es el contraste de los consumos facilitados por las propias centrales térmicas con las diferentes estadísticas sectoriales existentes. Esta comparación permite detectar posibles errores u omisiones de los consumos de combustibles facilitados, investigándose con las centrales o con los responsables de las estadísticas sectoriales las discrepancias que puedan presentarse. Asimismo, se ha realizado la verificación de la homogeneidad por centrales (e incluso por instalación) del ratio de energía eléctrica producida (bornes de alternador) con respecto a la energía input térmica (en términos de poder calorífico inferior) consumida por la central (o instalación). Este control, que se considera de gran interés, fue también recomendado por el programa de garantía de calidad del inventario, y en particular del sector energía, desarrollado por el CIEMAT, y ha permitido detectar y corregir determinados valores atípicos del consumo de combustibles.

Por otra parte, en esta edición del inventario se ha realizado el contraste de las emisiones de CO_2 de las centrales térmicas con la información disponible de emisiones certificadas para las plantas que utilizan el instrumento de Comercio de Derechos de Emisión, permitiendo detectar valores anómalos en la información facilitada vía cuestionario, los cuales han sido objeto de análisis y modificación en los casos de confirmación de error.

3.2.5.- Realización de nuevos cálculos

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

- Se ha revisado el consumo de hulla en una central térmica en el año 2001 tras haber sido detectada, como consecuencia de la implantación de un procedimiento de control y garantía de calidad (CC/GC), una cifra errónea en el consumo facilitado en su momento por la propia central térmica. Esta modificación supone un descenso de las emisiones de CO_2-eq en el año 2001 de 215 Gg.

- Asimismo, se ha revisado el poder calorífico inferior de la antracita consumida en el año 2004 en otra central térmica como consecuencia de un procedimiento CC/GC, lo que supone un descenso de las emisiones de CO_2-eq de 0,4 Gg en 2004.

- Se ha revisado la desagregación de las emisiones de CO_2 por tipo de combustible en una central térmica para el periodo 1990-2001 tras haber identificado, siguiendo las indicaciones del Grupo de Inventarios (WG1) del Comité de Cambio Climático de la Comisión de la Unión Europea, que los valores de los factores de emisión implícitos para los combustibles sólidos estaban fuera de rango.

- Para los años 1994-2000 se ha revisado el poder calorífico inferior del gas natural consumido en una central térmica tras haber identificado un error, siguiendo las indicaciones del WG1, en las unidades en que estaba expresado dicho poder calorífico inferior, obteniéndose factores de emisión implícitos atípicos para este combustible.

- Se ha revisado el consumo de gas natural en el año 2004 en una central térmica de ciclo combinado tras haberse detectado una cifra errónea en el consumo como consecuencia de un procedimiento CC/GC (el consumo no se correspondía con la energía generada). Esta modificación supone un incremento en el año 2004 de las emisiones de CO_2-eq de 352 Gg.

- Se ha modificado la emisión de CO_2 del año 2007 en una central térmica de ciclo combinado de acuerdo con la nueva información facilitada por la propia central referente al contenido de carbono del gas natural utilizado, originándose un descenso de las emisiones de CO_2 de 1,5 Gg.

- Para 2007 se ha revisado la información sobre consumo de combustibles de las plantas productoras de electricidad de menor potencia que operan en régimen ordinario, según los datos aparecidos en el Anexo V de la Estadística de la Energía Eléctrica (elaborada por el MITYC), los cuales no se encontraban disponibles en la edición previa del inventario.

- Se ha revisado para todo el periodo inventariado el factor de emisión de CH_4 del gas natural en los motores estacionarios, utilizando un factor de 316 g/GJ de gas natural, de acuerdo con la información facilitada por los principales proveedores de este tipo de instalaciones (en la edición previa del inventario, el factor de emisión aplicado se tomaba de las guías metodológicas de EMEP/CORINAIR, y era de 50 g/GJ de gas natural).

- Se ha revisado la estimación de las emisiones de CO_2 en determinadas plantas de incineración de RU a partir de la información aportada por dichas plantas referente a la composición y características (contenido de carbono de origen fósil) de los residuos incinerados, sustituyendo esta estimación a la utilizada previamente (aplicación de un factor de emisión por defecto) para dichas plantas.

- Se ha incluido por primera vez en la presente edición del inventario la estimación de las emisiones de una planta de incineración de residuos industriales con valorización energética para el periodo 2001-2007, cuya información ha sido recabada mediante cuestionario individualizado a dicha planta.

- Se han revisado las cantidades de biogás quemado (periodo 1995-2007) en instalaciones ubicadas en vertederos que realizan valorización energética de ese biogás, de acuerdo con la información actualizada facilitada mediante cuestionario individualizado por los propios vertederos. Adicionalmente, se ha revisado el consumo de gasoil (periodo 1997-2007) y de gas natural (periodo 1990-2007) como combustibles auxiliares en dos vertederos de acuerdo con la información facilitada vía cuestionario por los propios vertederos.

En la figura 3.2.2 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO_2-eq entre los resultados de la edición actual con los resultados de la edición anterior, mientras que en la figura 3.2.3 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO_2-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en esta actividad supone descensos de las emisiones con las excepciones de los años 2004, 2006 y 2007, produciéndose las mayores variaciones relativas en los años 1996 (descenso de 258 Gg de CO_2-eq, con una variación relativa del -0,44%) y en el año 2004 (incremento de 373 Gg de CO_2-eq, con un aumento del 0,37%).

Figura 3.2.2.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

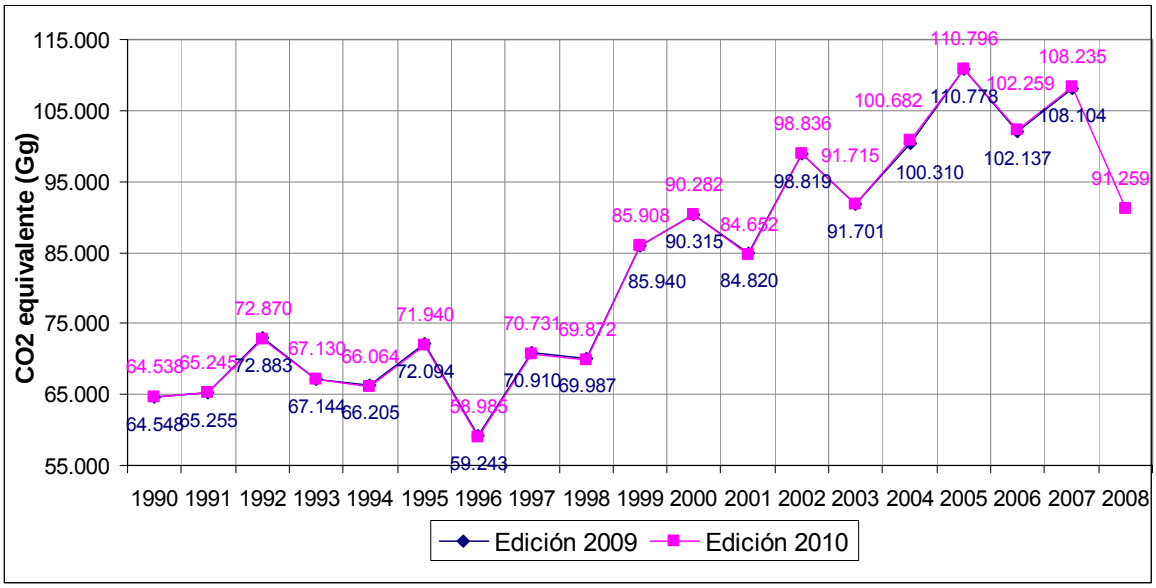
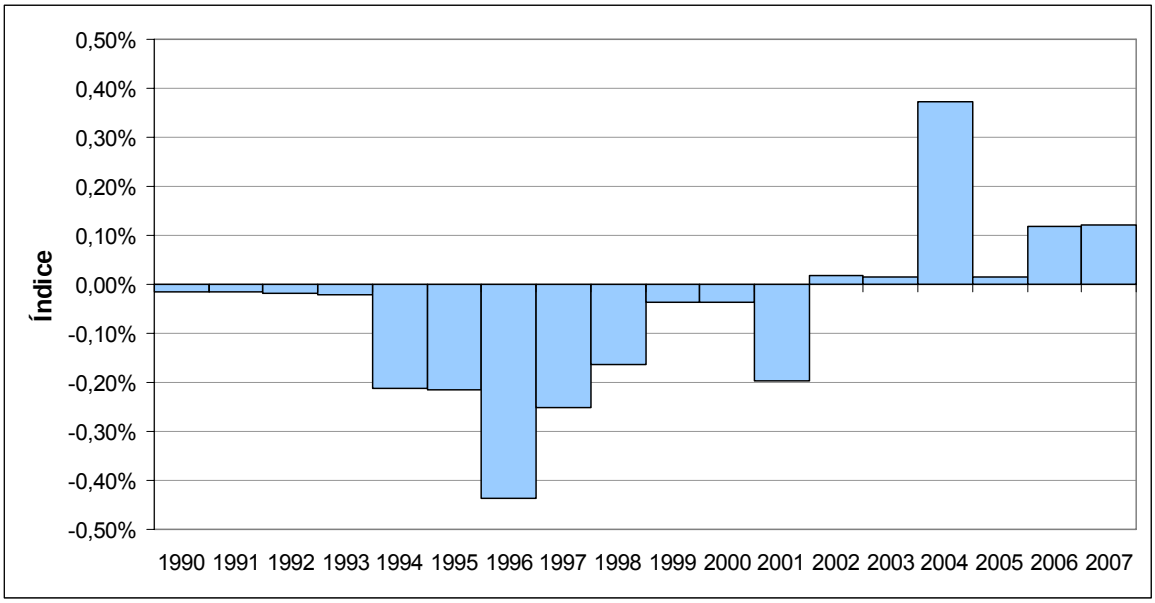


Figura 3.2.3.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



3.2.6.- Planes de mejora

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

Por otro lado, se prevé continuar con la contrastación de los factores de emisión por defecto utilizados en la distribución de las emisiones de CO_2 facilitadas por OFICO para las centrales térmicas (véase epígrafe 3.2.2) que estuvieran originando factores de emisión implícitos atípicos.

3.3.- Refinerías de petróleo (1A1b)

3.3.1.- Descripción de la actividad

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

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

En la tabla 3.3.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible, siendo el CO_2 el gas que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 3.3.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO_2-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO_2-eq; las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía; y el ratio de emisión de CO_2 equivalente en función del crudo procesado.

Tabla 3.3.1 Emisiones de CO_2-eq *(Cifras en Gg)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2								
Líquidos	10.861	12.301	12.368	12.057	11.622	11.683	11.371	10.749
Gaseosos	45	61	679	1.341	1.470	1.232	1.478	1.679
Total	**10.906**	**12.361**	**13.047**	**13.398**	**13.092**	**12.916**	**12.849**	**12.429**
CH_4								
Líquidos	0,20	0,29	0,29	0,29	0,28	0,29	0,28	0,26
Gaseosos	0,001	0,003	0,036	0,076	0,079	0,067	0,084	0,099
Total	**0,20**	**0,29**	**0,32**	**0,36**	**0,36**	**0,35**	**0,36**	**0,36**
N_2O								
Líquidos	0,24	0,32	0,32	0,32	0,30	0,31	0,30	0,29
Gaseosos	0,001	0,001	0,016	0,029	0,028	0,024	0,030	0,035
Total	**0,24**	**0,32**	**0,34**	**0,34**	**0,33**	**0,34**	**0,33**	**0,32**

Tabla 3.3.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	10.986	12.466	13.159	13.512	13.203	13.027	12.960	12.535
Índice CO_2-eq	100,0	113,5	119,8	123,0	120,2	118,6	118,0	114,1
% CO_2-eq sobre total inventario	3,85	3,96	3,46	3,21	3,03	3,05	2,95	3,09
% CO_2-eq sobre energía	5,18	5,19	4,56	4,09	3,82	3,88	3,75	3,94

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Crudo procesado (Gg)	53.556	55.754	59.174	61.734	61.986	62.341	61.189	62.779
Gg CO_2-eq / Gg crudo	0,205	0,224	0,222	0,219	0,213	0,209	0,212	0,200

3.3.2.- Metodología

En la tabla 3.3.3 se muestran los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (TJ de poder calorífico inferior), utilizados como variable de actividad en la estimación de las emisiones. La información sobre dichos consumos, así como las características de los mismos, se ha recabado mediante cuestionario individualizado a cada

una de las diez refinerías existentes. Los principales combustibles consumidos en esta categoría son el fuelóleo y el gas de refinería, con cantidades sensiblemente inferiores de gasóleo y gas natural, y prácticamente marginales de GLP y nafta.

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

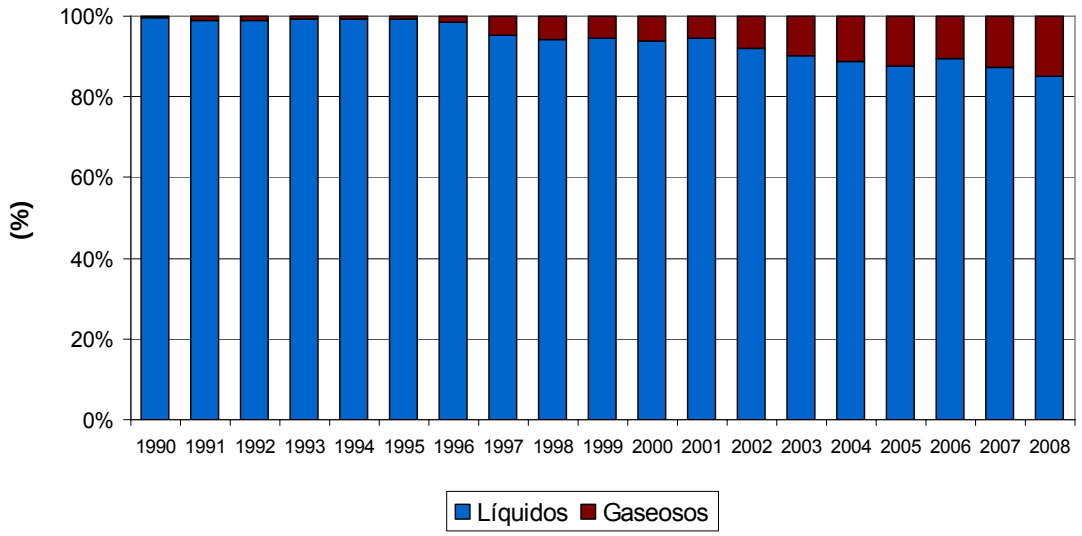
Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***155.424***	***181.155***	***182.559***	***183.203***	***176.194***	***178.379***	***176.060***	***166.486***
Queroseno				129	22	2	36	105
Gasóleo	369	8.119	1.728	1.971	1.981	2.449	252	1.127
Fuelóleo	75.469	80.980	88.158	80.871	73.867	73.496	74.086	68.942
G.L.P.		3.799	389	54	172	206	512	11
Nafta	195	900	34					
Gas de refinería	79.392	87.357	92.250	100.177	100.152	102.226	101.174	96.300
Gaseosos	***820***	***1.084***	***12.166***	***23.027***	***24.563***	***21.048***	***25.820***	***29.374***
Gas natural	820	1.084	12.126	22.346	23.259	20.016	24.757	28.284
Otros comb. gaseosos			40	681	1.304	1.032	1.062	1.090
Total	**156.244**	**182.239**	**194.724**	**206.230**	**200.757**	**199.428**	**201.880**	**195.860**

Como puede observarse en la tabla anterior se produce un cambio en el mix de combustibles líquidos entre el fuelóleo y el gas de refinería especialmente en los últimos años del periodo inventariado. Así el fuelóleo presenta una pauta decreciente a partir del año 2004, pasando de suponer en el año 1990 el 49% del consumo de combustibles líquidos al 41% en el año 2008. Mientras, el gas de refinería, cuyo consumo es creciente hasta el año 2004 y prácticamente estable a partir de dicho año, pasa de tener en el año 1990 una cuota participativa en los combustibles líquidos del 51% a suponer el 58% en el año 2008. Este cambio en el mix de combustibles líquidos tiene como consecuencia un descenso de los factores de emisión implícitos de CO_2 dado el menor contenido de carbono del gas de refinería por unidad energética (TJ de PCI) en comparación con el fuelóleo.

Por otro lado, el incremento que se aprecia en el consumo de gas natural a lo largo del periodo inventariado, es consecuencia de la progresiva instalación de unidades de cogeneración (turbinas de gas) en las plantas de refino de petróleo. Finalmente, cabe mencionar que se han incluido dentro de los combustibles gaseosos los consumos realizados de diversos gases residuales utilizados en las plantas de refino de petróleo, y que dadas sus características específicas pueden alterar el valor de los factores de emisión implícitos de CO_2 para los combustibles gaseosos.

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

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



Para la estimación de las emisiones de CO_2 se da preferencia, siempre que se ha podido disponer de la información pertinente, al procedimiento de cálculo que parte del contenido de carbono de cada combustible utilizado, y se complementa el cálculo estequiométrico elevado a masa de CO_2 con la inclusión del factor de oxidación (véase la ecuación [3.2.1] y la explicación del algoritmo en el epígrafe 3.2.2), utilizándose factores de emisión por defecto a partir de características estándares de los combustibles cuando no se ha podido disponer de los datos necesarios para aplicar el algoritmo anterior. En el caso del gas de refinería, la variación de las características facilitadas por las refinerías hace que el rango de factores de emisión de CO_2 sea muy amplio, pudiendo variar entre 47 kg CO_2/GJ hasta 72 kg CO_2/GJ.

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

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

Tabla 3.3.4.- Factores de emisión. Calderas

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,7	0,7

Fuelóleo	76	0,7	1,5
G.L.P.	65	0,9	2,5
Nafta	72,6	3	2,5
Gas de refinería	60	1	1,5
Gas natural	55-56 (1)	1,4	0,9

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, Tablas 24 - 30 y Capítulo 112, Tabla 10.
API Compendium para el N_2O del fuelóleo y del gasóleo ("*Uncontrolled boilers and heaters*")
CITEPA, para el N_2O de los GLP y la nafta (asimilado en este caso al valor por defecto para otros productos petrolíferos)
(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.

Tabla 3.3.5.- Factores de emisión. Turbinas de gas

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Queroseno	71,5	1	2,5
Gasóleo	73	4	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
G.L.P.	65	1	2,5
Gas de refinería	60	2	3
Gas natural	55-56 (1)	4	1,3

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, Tablas 24 – 30, y Capítulo 112, Tablas 5-8 y 10.
API Compendium para el N_2O del gasóleo (asimilado al factor de emisión de motores estacionarios) y del gas natural ("*Uncontrolled Turbines*").
CITEPA, para el N_2O del fuelóleo, los GLP y el queroseno (asimilado en este caso al valor por defecto para otros productos petrolíferos)
(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.

Tabla 3.3.6.- Factores de emisión. Hornos de proceso

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,7	0,7
Fuelóleo	76	1,75	1,75
G.L.P.	65	6	2,5
Gas de refinería	60	1,5	1.5
Gas natural	55-56 (1)	1,4	2,5
Otros comb. gaseosos			

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 136. Tabla 6.
API Compendium para el N_2O del gasóleo (asimilado al factor de emisión de calderas).
CITEPA, para el N_2O del fuelóleo, los GLP y el gas natural.
Los factores de otros combustibles gaseosos (gas de purga obtenido en las plantas de fabricación de hidrógeno) están pendientes de identificación en función de la caracterización precisa de la composición de este tipo de combustible.
(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.

3.3.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

En cuanto a las variables de actividad, y por lo que se refiere a los combustibles líquidos que son los que confieren a esta actividad su naturaleza de fuente clave, dado que los consumos de combustibles se han obtenido vía directa mediante cuestionario individualizado a las plantas de refino, se considera que la incertidumbre se sitúa en torno al 3%. En los factores de emisión de CO_2, se puede asumir que la incertidumbre media se sitúa en torno al 2,7% para los combustibles líquidos y en el 1,5% para el gas natural.

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

3.3.4.- Control de calidad y verificación

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

Otra tarea realizada en esta categoría hace referencia a la contrastación de las características de los combustibles utilizados, con especial hincapié en el poder calorífico y los contenidos de azufre y carbono. Los combustibles mayoritariamente utilizados son el fuelóleo y el gas de refinería (véase tabla 3.3.3), y dado que sus características no se corresponden con las de combustibles comerciales estándares, pudiendo variar significativamente de una refinería a otra (en especial el gas de refinería[10]), se contrasta con las propias plantas los valores que se consideran atípicos con el fin de obtener la justificación del origen de dichos valores o, en su caso, corregir posibles errores en la información facilitada.

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

3.3.5.- Realización de nuevos cálculos

Las variaciones originadas por los nuevos cálculos en esta actividad están motivadas por la corrección de un error en la base de datos en la estimación del CO_2 de un horno de proceso en una refinería en el año 2007. Esta revisión supone un descenso de las emisiones de CO_2-eq en el año 2007 de 0,45 Gg.

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

En la figura 3.3.2 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO_2-eq entre los resultados de la edición actual con los resultados de la edición anterior, mientras que en la figura 3.3.3 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO_2-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en esta actividad supone un descenso en el año 2007 del 0,003%.

Figura 3.3.2.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

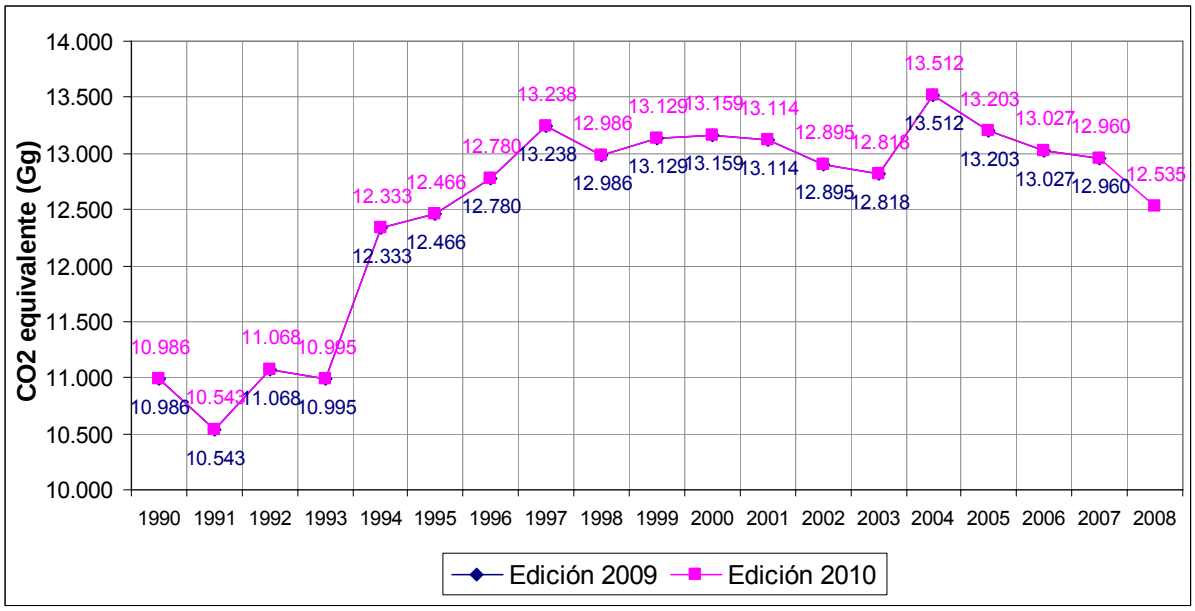
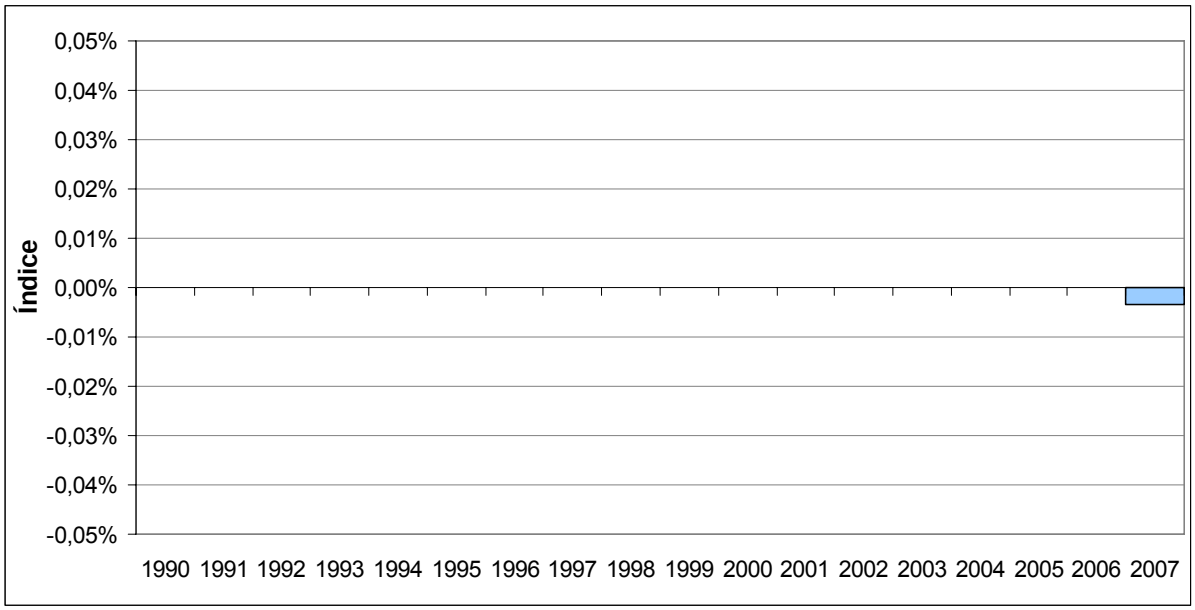


Figura 3.3.3.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



3.3.6.- Planes de mejora

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

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

3.4.1.- Descripción de la actividad

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

En la tabla 3.4.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible, siendo el CO_2 el gas que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 3.4.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO_2-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO_2-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía.

Tabla 3.4.1.- Emisiones *(Cifras en Gg)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2								
Líquidos	57	826	569	708	790	767	759	788
Sólidos	1.847	1.127	1.185	1.105	943	888	945	938
Gaseosos	213	262	456	261	316	219	207	232
Total	**2.117**	**2.215**	**2.210**	**2.075**	**2.048**	**1.873**	**1.911**	**1.958**
CH_4								
Líquidos	0,001	0,031	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002
Sólidos	1,946	1,579	1,684	1,790	1,968	1,883	1,664	1,777
Gaseosos	0,482	0,256	0,249	0,007	0,008	0,005	0,005	0,006
Total	**2,429**	**1,867**	**1,935**	**1,799**	**1,979**	**1,890**	**1,672**	**1,785**
N_2O								
Líquidos	0,002	0,017	0,015	0,018	0,020	0,019	0,020	0,020
Sólidos	0,026	0,017	0,022	0,022	0,019	0,020	0,019	0,019
Gaseosos	0,004	0,005	0,008	0,004	0,005	0,004	0,003	0,004
Total	**0,032**	**0,038**	**0,044**	**0,044**	**0,045**	**0,043**	**0,042**	**0,043**

Tabla 3.4.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	2.178	2.267	2.264	2.126	2.104	1.926	1.959	2.008
Índice CO_2-eq	100,0	104,1	104,0	97,6	96,6	88,5	90,0	92,2
% CO_2-eq sobre total inventario	0,76	0,72	0,59	0,51	0,48	0,45	0,45	0,49
% CO_2-eq sobre energía	1,03	0,94	0,78	0,64	0,61	0,57	0,57	0,63

3.4.2.- Metodología

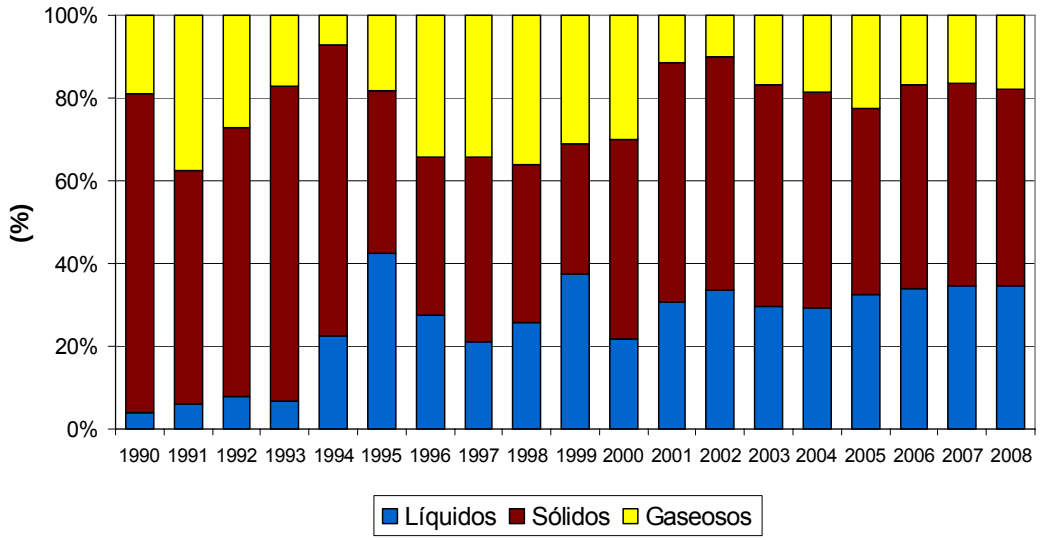
Como variable de actividad básica para realizar la estimación de las emisiones se utiliza el consumo de combustibles. En los casos de las coquerías emplazadas en plantas siderúrgicas integrales y de la actividad de gasificación de carbón, la información se ha recabado mediante cuestionarios individualizados a las plantas en las que se realizan estos procesos. Para las restantes actividades de esta categoría, incluyendo las coquerías no contempladas anteriormente, la información se ha basado en los datos de la AIE y EUROSTAT. Los principales combustibles utilizados en esta categoría son el gas de coquería y el gas de horno alto entre los combustibles sólidos, el fuelóleo y el gasóleo en los combustibles líquidos, y el gas natural en los gaseosos. En la tabla 3.4.3 se muestran los consumos de combustibles expresados en términos de energía (TJ de poder calorífico inferior), pudiendo observarse cómo para algunos combustibles (especialmente el carbón coquizable y los combustibles líquidos) se presentan discontinuidades (incluso ausencia en algunos años) importantes en la evolución de la serie.

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

Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***822***	***10.880***	***5.860***	***7.274***	***8.179***	***7.826***	***7.890***	***8.052***
Gasóleo	243	127					1	
Fuelóleo	132	10.753						
G.L.P.	448				9			
Coque de petróleo			5.860	7.274	8.170	7.826	7.889	8.052
Sólidos	***15.776***	***9.984***	***13.067***	***12.940***	***11.245***	***11.452***	***11.123***	***11.053***
Carbón coquizable								
Hulla y antracita	4.102	513	2.646	1.869	624	433	484	432
Lignito negro	13							
Gas manufacturado	10	5						
Gas de coquería	7.534	6.611	8.398	9.139	8.694	9.284	8.624	8.662
Gas de horno alto	4.116	2.856	2.023	1.932	1.927	1.735	2.015	1.959
Gaseosos	***3.867***	***4.682***	***8.148***	***4.662***	***5.644***	***3.904***	***3.705***	***4.138***
Gas natural	3.867	4.682	8.148	4.662	5.644	3.904	3.705	4.138
Total	**20.465**	**25.546**	**27.075**	**24.876**	**25.068**	**23.183**	**22.718**	**23.243**

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

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



La estimación de las emisiones de CO_2 correspondiente a los hornos de coque se ha realizado mediante balance de masas a partir del contenido de carbono de los combustibles consumidos en cada año (en el caso de las plantas siderúrgicas integrales las características de los combustibles varían para cada planta y año, mientras que para el resto de plantas se han utilizado unas características comunes en todos los años). En cuanto al CH_4 y el N_2O, las emisiones han sido estimadas utilizando factores de emisión por defecto.

Cabe mencionar que a partir del año 2003 se ha podido disponer de emisiones medidas de CH_4 en plantas siderúrgicas integrales. Sin embargo, la gran variabilidad de las emisiones obtenidas hace que por el momento estas medidas no hayan sido consideradas en el inventario, pues se produciría una falta de homogeneidad en la serie temporal de emisiones. Para los restantes contaminantes considerados en el CRF (SO_2, NO_X, COVNM y CO) se han utilizado asimismo factores de emisión por defecto, con la excepción de aquellos casos en los que las propias plantas han facilitado emisiones medidas.

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

Tabla 3.4.4.- Factores de emisión. Hornos de coque

	CO_2 (t/TJ)	**CH_4 (kg/kt de coque)**	**N_2O (kg/TJ)**
Gas de coquería	41,3 – 45	405	1,75
Gas de horno alto	242,9 – 293,5		1,75

Fuente: CO_2: Factores obtenidos a partir de la información facilitada en los cuestionarios.
CH_4: Manual CORINAIR (Anexo de la parte 7, epígrafe 13)
N_2O: CITEPA. Valores por defecto para los combustibles considerados.

Como puede observarse en la citada tabla, los factores de emisión de los gases siderúrgicos consumidos en los hornos de coque, así como la alta participación que dichos combustibles tienen dentro de los combustibles sólidos de la categoría 1A1c (entre el 69% y el 99% a lo largo del periodo inventariado), influyen apreciablemente en los factores de emisión de CO_2 implícitos resultantes para los combustibles sólidos en esta categoría.

Para realizar la estimación de las emisiones en el proceso de gasificación de carbón se ha imputado del total de consumos de carbón y coque de petróleo la parte que, según el balance de carbono entre entradas y salidas del proceso, no ha sido considerada como transformación de combustibles sólidos a gas. La parte complementaria de las entradas a este proceso se asigna a la combustión (categoría 1A1a), y coincide con el consumo en esta actividad del gas obtenido en el proceso de gasificación. Es importante señalar que este proceso de asignación garantiza el cuadre del balance energético entre entradas y salidas en términos de carbono.

Así pues es necesario deslindar la parte de emisiones que es imputable al proceso de gasificación que aquí se trata de las correspondientes a los procesos de combustión de gas obtenido en las turbinas de gas. Este desglose se efectúa tomando como referencia el ratio de carbono entre el gas obtenido en el proceso de gasificación con respecto al carbono de los combustibles sólidos de entrada, obteniéndose así las emisiones de CO_2 imputables al proceso de gasificación. Para el CH_4 y el N_2O la estimación de las emisiones se ha llevado a cabo utilizando factores de emisión por defecto tomados del Libro Guía EMEP/CORINAIR y de CITEPA (caso del N_2O para el coque de petróleo). Para los restantes contaminantes considerados en el CRF (SO_2, NO_X, COVNM y CO) la propia planta ha facilitado emisiones medidas.

Tabla 3.4.5.- Factores de emisión. Gasificación de carbón

	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Coque de petróleo	0,3	2,5
Carbón	0,6	0,8

Para el resto de instalaciones de combustión de esta categoría, la emisión ha sido estimada utilizando factores de emisión por defecto seleccionados de las diferentes guías metodológicas (EMEP/CORINAIR, IPCC) y de fuentes sectoriales e institucionales (API, CITEPA) sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI. En las tablas 3.4.6 a 3.4.8 se presentan los factores de emisión por tipo de instalación utilizados en la estimación de las emisiones.

Tabla 3.4.6.- Factores de emisión. Calderas

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,7	0,7
Fuelóleo	76	2,9	1,5
G.L.P.	65	0,9	2,5
Coque de petróleo	98,3	0,3	2,5
Carbón coquizable	94	3	0,8
Hulla y antracita	112	3	1,4
Lignito negro	99,42	3	1,4
Gas manufacturado	52	1,4	2,5
Gas natural	55-56 (1)	1,4	0,9

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10, y Capítulo 111, Tablas 27, 29 y 30.
Manual de Referencia 1996 IPCC (Tabla 1-8) para el N_2O de la hulla y antracita y del lignito negro.
CITEPA, para el N_2O del coque de petróleo, los GLP y el gas manufacturado (en este caso asimilado a otros combustibles gaseosos).
API Compendium para el N_2O del fuelóleo, del gasóleo y del gas natural ("*Uncontrolled boilers and heaters*")

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.

Tabla 3.4.7.- Factores de emisión. Turbinas de gas

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Gasóleo	73	4	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	4	1,3

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10.
CITEPA, para el N_2O del fuelóleo.
API Compendium para el N_2O del gasóleo (asimilado al factor de emisión de motores estacionarios) y del gas natural ("*Uncontrolled turbines*")

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.

Tabla 3.4.8.- Factores de emisión. Motores estacionarios

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,5	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	316	1,3

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10.
Factor de emisión facilitado por los principales proveedores de motores estacionarios para el CH_4 del gas natural.
CITEPA, para el N_2O del fuelóleo.
API Compendium para el N_2O del gasóleo ("*Large Bore Diesel Engine*") y del gas natural ("*4 Cycle – Lean Burn Engine*")

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.

3.4.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

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

Las series se consideran en general temporalmente homogéneas, si bien los cambios en la variable de actividad y en las emisiones reflejan en buena medida la desaparición a mediados de la década de los noventa de una planta siderúrgica integral, así como la aparición del proceso de gasificación de carbón a partir del año 1997. Por otra parte, y como ya ha quedado reseñado, la homogeneidad está condicionada por la información de los balances energéticos nacionales publicados por la AIE y EUROSTAT que, para esta categoría, muestran notables fluctuaciones en algunos combustibles.

3.4.4.- Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría debe destacarse el seguimiento que se realiza de las características de los gases siderúrgicos utilizados en los hornos de coque de las plantas siderúrgicas integrales, debido a la mayor variabilidad de las características de dichos combustibles entre plantas y años, lo que incide particularmente en las emisiones de CO_2. A partir de la información facilitada por planta y año, se contrastan los valores correspondientes a la composición molar de cada gas, comprobando que la suma de los componentes de dicha composición es igual a 100, y derivándose a partir de pesos moleculares y poderes caloríficos de los componentes (entalpías de combustión) las características de contenido de carbono, contenido de azufre, densidad y poder calorífico (inferior y superior) del gas siderúrgico en cuestión (en el caso de estos dos últimos parámetros los valores deducidos se contrastan con los facilitados directamente por la planta). En el caso de producirse carencias en dicha información o presentarse valores atípicos se investiga con las propias plantas las causas de las anomalías con el fin de obtener las necesarias correcciones o justificaciones de los valores correspondientes. En la tabla 3.4.9 se presenta el modelo de solicitud de información relativa a las características del gas de coquería y del gas de horno alto.

Tabla 3.4.9.- Características de gases siderúrgicos. Información solicitada

GAS DE COQUERÍA		
CO_2		%
C_nH_m		%
O_2		%
CO		%
H_2		%
CH_4		%
C_nH_{2n+2}		%
N_2		%
C_6H_6		g/Nm^3
NH_3		g/Nm^3
$C_{10}H_8$		g/Nm^3
SH_2		g/Nm^3
PCI		$kcal/Nm^3$
Peso específico		kg/Nm^3

GAS DE HORNO ALTO		
CO_2		%
O_2		%
CO		%
H_2		%
CH_4		%
N_2		%
PCI		$kcal/Nm^3$
Peso específico		kg/Nm^3

De acuerdo con las indicaciones de las plantas siderúrgicas el conjunto C_nH_m podría venir caracterizado por el compuesto C_3H_8,.mientras que el conjunto C_nH_{2n+2} podría venir caracterizado por el compuesto C_2H_6.

3.4.5.- Realización de nuevos cálculos

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

- Se ha revisado para todo el periodo inventariado el factor de emisión de CH_4 del gas natural en los motores estacionarios, pasándose a utilizar un factor de 316 g/GJ de gas natural, de acuerdo con la información facilitada por los principales proveedores de este tipo de instalaciones (en la edición previa del inventario, el factor de emisión aplicado se tomaba de las guías metodológicas de EMEP/CORINAIR, y era de 5 g/GJ de gas natural).

- Se ha revisado el factor de emisión de CH_4 en una coquería para el año 2007 tras haberse identificado un error en el factor de emisión aplicado en la edición anterior del inventario.

- Se ha modificado para todo el periodo inventariado la serie de consumo de gas natural de otros sectores energéticos (sin especificar), a los cuales se les imputa el consumo remanente (no asignado a otros sectores energéticos específicos).

- Se han modificado los consumos de combustibles de la combustión inespecífica de este sector correspondientes al año 2007 como consecuencia de la revisión que se hace del balance de combustibles que se utiliza específicamente para el inventario de emisiones.

En la figura 3.4.2 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO_2 entre los resultados de la edición actual con los resultados de la edición

anterior, mientras que en la figura 3.4.3 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO_2-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en esta actividad supone un incremento en el periodo 1990-2006 que oscila entre el 0,4% y el 1,2%, mientras que para el año 2007 se produce un descenso del 0,6%.

Figura 3.4.2.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

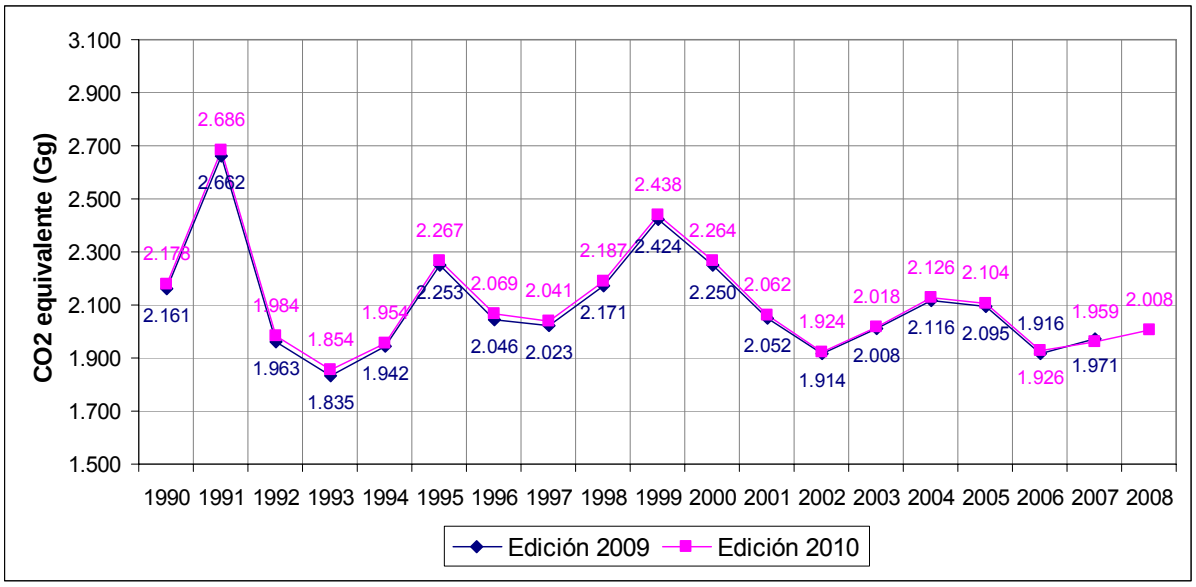
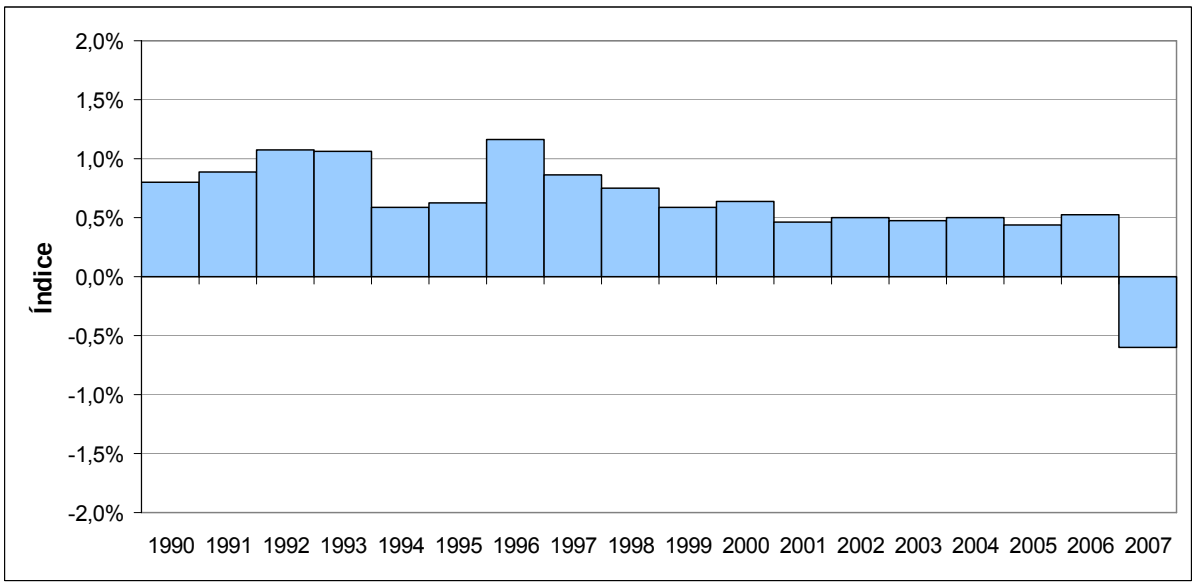


Figura 3.4.3.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



3.4.6.- Planes de mejora

Dentro de este sector, un objetivo que se plantea es la recogida de información individualizada por planta para las coquerías no emplazadas en plantas siderúrgicas integrales. En esta línea se pretende contrastar la información agregada del inventario con la específica de planta de CO_2 certificado dentro del marco del Comercio de Derechos de Emisión. En la presente edición del inventario ya se han realizado actuaciones en este sentido, pero no se ha conseguido un resultado efectivo total debido a limitaciones en el acceso a la información de los procedimientos de evaluación de las emisiones de CO_2 certificado a partir de los consumos y características de combustibles.

3.5.- Combustión en la industria (1A2)

3.5.1.- Descripción de la actividad

En esta categoría, que constituye una fuente clave en las emisiones de CO_2 para los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos en todo el periodo inventariado, se incluye una amplia variedad de procesos de combustión realizados en la industria (categoría 1A2).

En la tabla 3.5.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible, siendo el CO_2 el gas que, cuando se discrimina por tipo de combustible, confiere a esta fuente su naturaleza de clave. Adicionalmente, y sin diferenciar por tipo de combustible, esta categoría resulta fuente clave en el año 2008, cuando se utiliza el Tier 2, por la tendencia de sus emisiones de CH_4 y por el nivel de sus emisiones de N_2O (si bien no constituye una fuente clave en el inventario cuando se aplica el Tier 1). En la tabla 3.5.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO_2-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO_2-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía. En dichas tablas no figuran las emisiones de CO_2 originadas por la quema de biomasa ya que de acuerdo con la metodología IPCC no deben computarse en el inventario, aunque sí han sido estimadas pro-memoria y reflejadas como tales en el CRF Reporter.

Tabla 3.5.1.- Emisiones *(Cifras en Gg)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2								
Líquidos	24.521	28.900	25.705	28.307	27.721	27.140	26.119	25.018
Sólidos	13.237	10.104	5.644	5.365	5.099	4.683	6.135	5.627
Gaseosos	8.432	13.737	26.169	36.174	37.882	37.144	36.567	35.202
Biomasa								
Otros			89	311	377	378	480	348
Total	**46.190**	**52.741**	**57.606**	**70.158**	**71.079**	**69.346**	**69.300**	**66.195**
CH_4								
Líquidos	0,8	0,9	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
Sólidos	0,7	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Gaseosos	1,3	4,8	14,9	25,6	28,4	28,4	26,9	26,8
Biomasa	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0
Otros			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**4,0**	**7,4**	**17,2**	**28,3**	**31,1**	**31,1**	**29,7**	**29,4**
N_2O								
Líquidos	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
Sólidos	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Gaseosos	0,2	0,4	0,7	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9
Biomasa	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Otros			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**1,3**	**1,5**	**1,7**	**2,0**	**2,0**	**2,0**	**2,0**	**1,9**

Tabla 3.5.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	46.674	53.350	58.480	71.367	72.355	70.618	70.542	67.391
Índice CO_2-eq	100,0	114,3	125,3	152,9	155,0	151,3	151,1	144,4
% CO_2-eq sobre total inventario	16,37	16,94	15,36	16,97	16,63	16,53	16,08	16,61
% CO_2-eq sobre energía	21,99	22,21	20,26	21,61	20,95	21,05	20,42	21,17

3.5.2.- Metodología

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

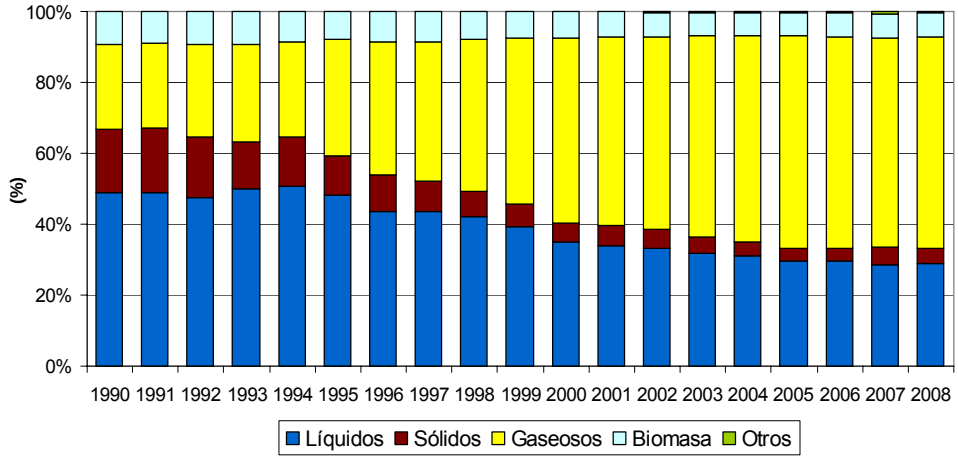
En la tabla 3.5.3 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para esta fuente clave.

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

Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***311.621***	***362.504***	***314.324***	***344.424***	***336.522***	***328.068***	***317.291***	***303.883***
Crudo de petróleo							248	257
Gasóleo	70.850	57.218	94.569	120.811	123.001	121.867	113.383	107.721
Fuelóleo	170.061	207.874	97.436	83.626	74.614	65.707	71.708	69.791
G.L.P.	13.110	17.117	18.169	18.498	18.289	16.841	16.350	16.022
Bitumen								266
Coque de petróleo	55.664	78.205	103.598	121.489	120.618	123.653	115.603	109.488
Gas de refinería	1.937	2.090	552					
Otros deriv. del petróleo								339
Sólidos	***112.500***	***85.111***	***46.968***	***43.895***	***40.950***	***39.182***	***51.903***	***47.559***
Carbón coquizable								
Hulla y antracita	60.830	24.332	17.604	14.546	14.460	14.655	22.138	19.903
Lignito negro	1.004							
Coque	18.184	33.323	10.263	12.728	8.844	8.231	12.466	10.887
Gas manufacturado	82							
Gas de coquería	15.057	14.389	9.654	7.928	8.064	8.193	8.396	8.149
Gas de horno alto	16.612	11.661	8.558	8.187	8.189	6.932	7.699	7.483
Otros carbones y deriv.	732	1.405	889	505	1.393	1.171	1.204	1.137
Gaseosos	***153.009***	***245.683***	***467.375***	***645.636***	***676.154***	***663.314***	***652.899***	***628.573***
Gas natural	153.009	245.683	467.375	645.636	676.154	663.314	652.899	628.573
Biomasa	***58.937***	***59.788***	***64.376***	***72.882***	***73.081***	***74.271***	***75.707***	***70.284***
Madera/Res. de madera	23.502	22.670	21.128	22.710	23.109	23.906	24.594	21.517
Otra biomasa sólida	13.633	13.252	13.175	14.039	14.541	14.678	14.828	14.682
Licor negro	18.217	20.428	26.658	32.880	32.106	32.389	32.923	30.518
Biogás	3.585	3.438	3.414	3.253	3.325	3.298	3.361	3.547
Otra biomasa líquida								19
Otros			***1.106***	***4.497***	***5.225***	***5.274***	***6.512***	***4.370***
Residuos industriales			1.106	4.497	5.225	5.274	6.512	4.370
Total	**636.067**	**753.086**	**894.149**	**1.111.333**	**1.131.932**	**1.110.109**	**1.104.312**	**1.054.669**

En la figura 3.5.1 se muestra la distribución de los consumos por tipo de combustible a lo largo del periodo inventariado. Como puede apreciarse, se produce un incremento sustancial en el consumo del gas natural, que en términos relativos tiene una contribución del 59,6% en el año 2008, con un descenso en la participación de los combustibles líquidos (del 49% en 1990 al 28,8% en 2008) y, sobre todo, de los combustibles sólidos (del 17,7% de 1990 al 4,5% en 2008), como consecuencia de la sustitución progresiva de los combustibles utilizados en la industria.

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



Tras presentar en los párrafos anteriores la visión panorámica para el conjunto de la categoría 1A2, y con el objetivo de lograr una presentación más transparente y desglosada de cada uno de los sectores que componen esta categoría, se presenta a continuación el análisis de la evolución por sub-sectores industriales, con lo que al mismo tiempo se atiende la solicitud en tal sentido planteada por el ERT (*Expert Review Team*) de la SCMCC en su último informe de revisión anual (ARR 2009).

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

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

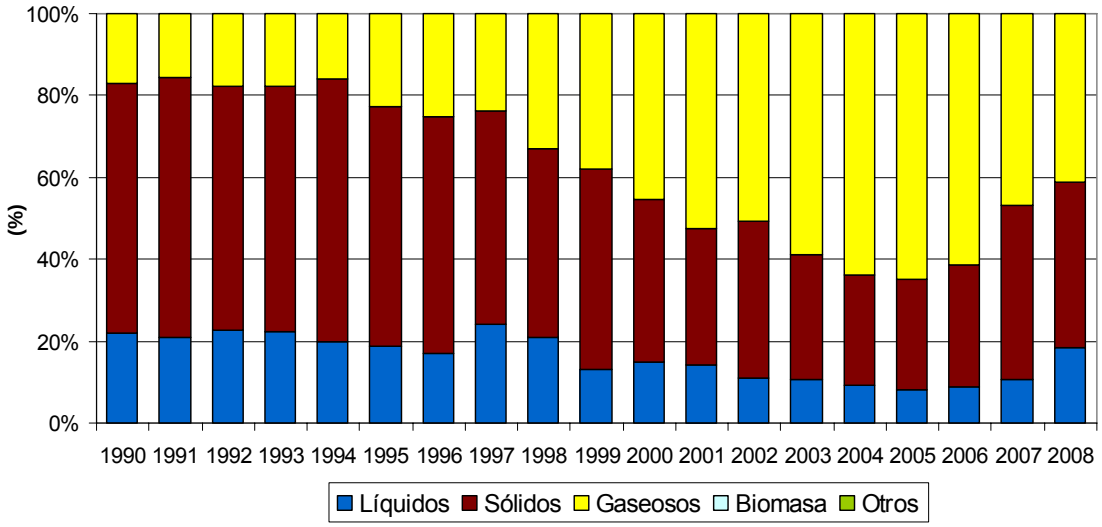
Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***16.658***	***16.826***	***10.040***	***9.092***	***8.313***	***7.843***	***6.930***	***12.560***
Gasóleo	1.149	1.456	3.086	3.858	3.859	3.799	2.162	2.120
Fuelóleo	13.184	12.277	3.665	3.431	2.699	2.424	2.688	2.315
G.L.P.	915	1.003	1.826	1.802	1.755	1.620	1.552	1.535
Coque de petróleo	66		912				528	6.590
Gas de refinería	1.344	2.090	552					
Sólidos	***45.827***	***52.414***	***26.802***	***26.824***	***27.224***	***26.070***	***28.307***	***27.694***
Hulla y antracita	1.773	1.264	916	2.710	2.385	2.808	3.397	3.829
Coque	11.764	27.914	7.716	7.505	7.567	6.966	7.610	7.097
Gas de coquería	15.057	10.439	8.723	7.916	7.690	8.193	8.396	8.149
Gas de horno alto	16.501	11.391	8.558	8.187	8.189	6.932	7.699	7.483
Otros carbones y deriv.	732	1.405	889	505	1.393	1.171	1.204	1.137
Gaseosos	***12.963***	***20.145***	***30.567***	***63.238***	***66.125***	***54.133***	***30.991***	***28.031***
Gas natural	12.963	20.145	30.567	63.238	66.125	54.133	30.991	28.031
Total	**75.448**	**89.384**	**67.410**	**99.154**	**101.662**	**88.045**	**66.227**	**68.286**

En el sector del hierro y el acero, véase figura 3.5.2, el dominio en el consumo corresponde a los combustibles sólidos hasta el año 1999, año a partir del cual el gas natural pasa a ser el combustible más utilizado en este sector. Esta tendencia es principalmente consecuencia del descenso que se produce en la fabricación de acero al oxígeno en plantas siderúrgicas integrales y el consecuente incremento en la producción de acero en hornos eléctricos, lo que conlleva un menor consumo de combustibles sólidos (en especial de los gases siderúrgicos) en los procesos de fabricación de acero en las plantas siderúrgicas integrales (estufas de hornos altos, hornos de sinterización, etc.) Adicionalmente se produce un progresivo aumento del consumo del gas natural, con una clara incidencia en la tendencia del consumo de combustibles líquidos (en particular del fuelóleo), lo que indica la variación en el mix de combustibles utilizados en este sector.

Por último, el descenso que se observa en el consumo de gas natural en los años 2007 y 2008 es el reflejo de la información de los balances energéticos nacionales publicados por la AIE y EUROSTAT, donde puede observarse para estos dos últimos años un incremento del consumo de gas natural en sectores industriales no especificados (que se encuadran dentro de la categoría 1A2f), lo que parece ir en detrimento de la disponibilidad de este combustible en otros sectores industriales, y en concreto del sector del hierro y el

acero[11]. Este descenso del gas natural afecta asimismo al consumo energético global de este sector en los años 2007 y 2008.

Figura 3.5.2.- Categoría 1A2a. Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}



En la tabla 3.5.5 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector de la metalurgia no férrea (categoría 1A2b).

Tabla 3.5.5.- Categoría 1A2b. Consumo de combustibles *(Cifras en TJ_{PCI})*

Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***14.173***	***11.062***	***14.152***	***16.421***	***17.032***	***17.201***	***18.850***	***18.361***
Gasóleo	502	442	1.402	1.756	1.702	1.576	3.265	2.926
Fuelóleo	9.745	10.264	12.260	14.172	14.793	15.133	15.092	14.943
G.L.P.	401	356	490	493	537	493	493	493
Coque de petróleo	3.524							
Sólidos	***2.020***	***2.346***	***1.818***	***849***	***871***	***862***	***2.836***	***1.584***
Hulla y antracita	244	194	139	121	134	150	148	148
Coque	1.776	2.152	1.679	727	736	712	2.689	1.436
Gaseosos	***1.195***	***4.415***	***7.408***	***17.751***	***18.514***	***25.158***	***6.682***	***6.662***
Gas natural	1.195	4.415	7.408	17.751	18.514	25.158	6.682	6.662
Total	**17.387**	**17.822**	**23.378**	**35.020**	**36.417**	**43.222**	**28.368**	**26.607**

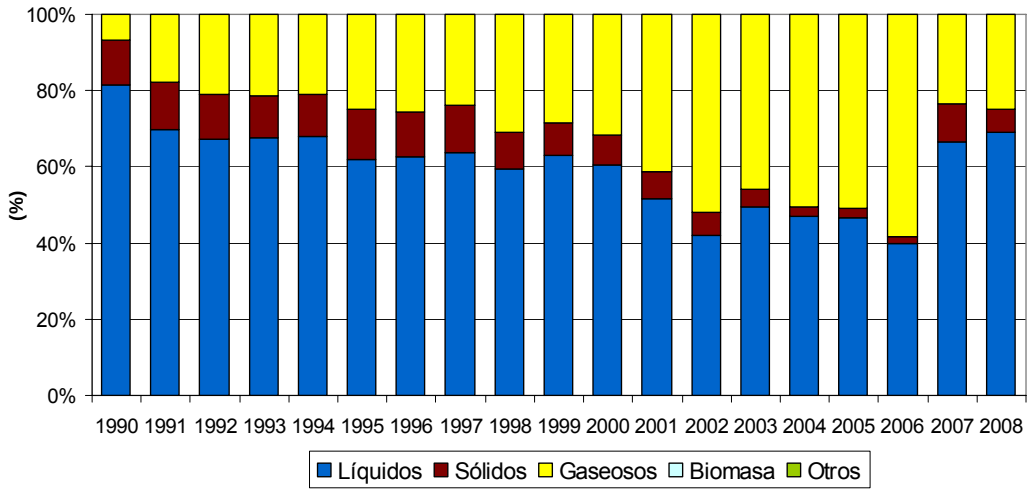
Para la metalurgia no férrea, el consumo mayoritario de combustibles corresponde a los combustibles líquidos y gaseosos (véase figura 3.5.3) ya que suponen más del 87% del total del consumo de este sector a lo largo del periodo inventariado. No obstante, las evoluciones de estos dos tipos de combustibles siguen una tendencia contraria reflejando el

[11] Esta variación en el perfil temporal de estos dos últimos años está siendo investigada con el departamento del MITYC-Energía que elabora el balance energético de España, tanto para este sector como para los restantes sectores industriales.

cambio en el mix de combustibles de este sector, ya que el progresivo incremento del consumo de gas natural conlleva un descenso de la cuota participativa de los combustibles líquidos.

Por último, el descenso que se observa en el consumo de gas natural en los años 2007 y 2008, y que afecta a la evolución global del consumo de combustibles en este sector, tiene la misma justificación que la ya mencionada en el sector del hierro y el acero.

Figura 3.5.3.- Categoría 1A2b. Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}



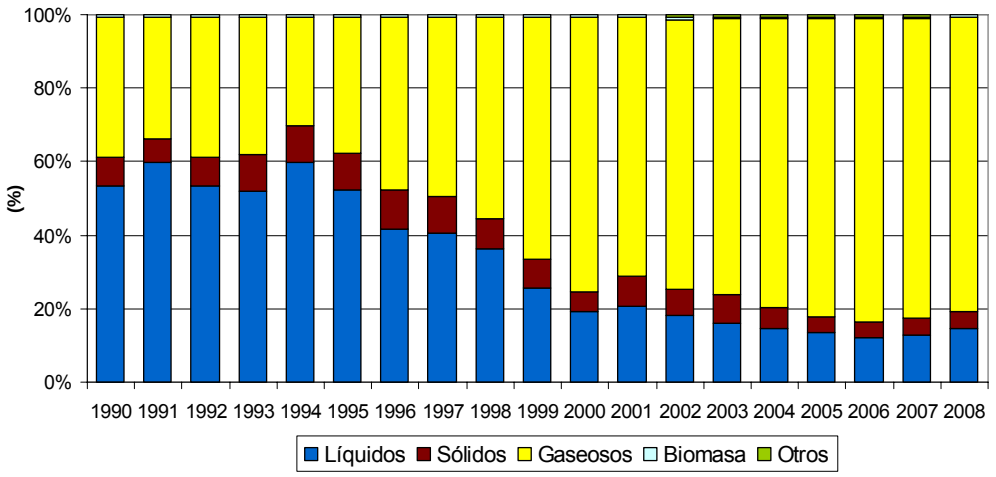
En la tabla 3.5.6 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector químico (categoría 1A2c).

Tabla 3.5.6.- Categoría 1A2c. Consumo de combustibles *(Cifras en TJ_{PCI})*

Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***44.201***	***62.432***	***23.511***	***24.386***	***21.863***	***18.983***	***19.149***	***22.295***
Gasóleo	2.332	2.443	4.379	5.883	6.082	5.747	4.387	4.294
Fuelóleo	35.499	50.675	9.472	9.053	6.512	4.727	6.099	6.622
G.L.P.	5.777	9.314	9.269	9.450	9.269	8.508	8.419	8.284
Coque de petróleo			391				244	3.094
Gas de refinería	593							
Sólidos	***6.623***	***11.773***	***6.953***	***8.894***	***6.700***	***6.683***	***6.961***	***7.056***
Hulla y antracita	5.667	7.553	6.022	6.051	6.326	6.683	6.404	6.353
Lignito negro	509							
Coque	336			2.831			557	703
Gas de coquería		3.950	931	12	374			
Gas de horno alto	111	270						
Gaseosos	***31.614***	***44.539***	***92.073***	***130.229***	***131.659***	***129.852***	***120.576***	***123.244***
Gas natural	31.614	44.539	92.073	130.229	131.659	129.852	120.576	123.244
Biomasa	***574***	***674***	***737***	***718***	***718***	***718***	***718***	***718***
Otra biomasa sólida	564	548	545	545	545	545	545	545
Biogás	10	125	192	173	173	173	173	173
Otros	***0***	***0***	***0***	***1.049***	***921***	***986***	***943***	***214***
Residuos industriales				1.049	921	986	943	214
Total	**83.012**	**119.417**	**123.274**	**165.276**	**161.862**	**157.221**	**148.347**	**153.528**

En el sector químico, véase figura 3.5.4, el combustible dominante a partir de finales de la década de los noventa es el gas natural, que alcanza una cuota participativa que, a partir del año 2004, se sitúa en torno al 80% del total de esta categoría, y que presenta una evolución creciente a lo largo del periodo inventariado. Este incremento del consumo de gas natural tiene como contrapartida el progresivo descenso que se observa en el consumo de combustibles líquidos, especialmente del fuelóleo, cuya contribución pasa del 53% del año 1990 al 15% del año 2008, lo que refleja la sustitución de combustibles producida en este sector. En cuanto a los combustibles sólidos, con una contribución muy inferior al total de esta categoría, el consumo está limitado a un número reducido de instalaciones. Por último, el consumo de los restantes tipos de combustibles es prácticamente testimonial.

Figura 3.5.4.- Categoría 1A2c. Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}



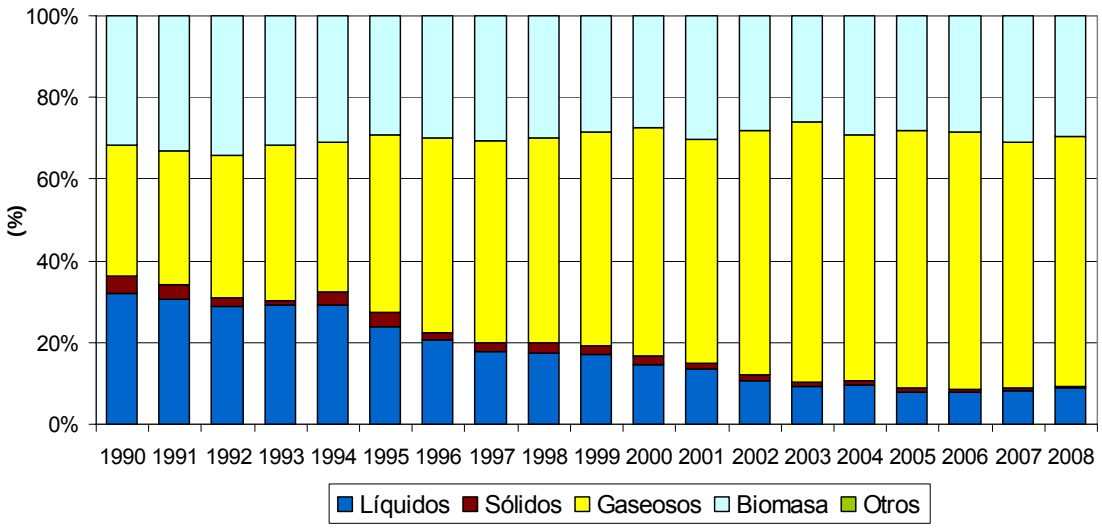
En la tabla 3.5.7 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector de la pasta de papel, papel e impresión (categoría 1A2d).

Tabla 3.5.7.- Categoría 1A2d. Consumo de combustibles *(Cifras en TJ_{PCI})*

Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***22.328***	***20.708***	***17.431***	***12.938***	***10.989***	***10.944***	***10.850***	***10.988***
Gasóleo	344	655	1.819	2.341	2.374	2.252	2.502	2.546
Fuelóleo	21.317	19.140	14.293	9.212	7.246	7.442	7.152	7.235
G.L.P.	561	914	1.237	1.167	1.218	1.127	1.075	1.075
Coque de petróleo	107		83	218	151	123	121	131
Sólidos	***2.964***	***3.121***	***2.583***	***1.146***	***1.100***	***939***	***871***	***662***
Hulla y antracita	2.522	3.121	2.583	1.146	1.100	939	871	662
Lignito negro	442							
Gaseosos	***22.414***	***37.558***	***66.746***	***80.744***	***87.242***	***86.976***	***78.203***	***76.831***
Gas natural	22.414	37.558	66.746	80.744	87.242	86.976	78.203	76.831
Biomasa	***22.011***	***25.371***	***32.616***	***38.957***	***38.621***	***39.086***	***40.305***	***36.869***
Madera/Res. de madera	3.431	4.629	5.634	5.643	6.007	6.204	6.762	5.582
Otra biomasa sólida				15	18	29	93	56
Licor negro	18.217	20.428	26.658	32.880	32.106	32.389	32.923	30.518
Biogás	363	314	324	419	490	464	527	713
Total	**69.717**	**86.758**	**119.376**	**133.786**	**137.953**	**137.945**	**130.229**	**125.350**

En la figura 3.5.5 se muestran los consumos de combustibles en esta categoría, donde destaca el dominio que tienen el gas natural y los combustibles de biomasa, destacando dentro de este último tipo de combustibles el consumo de licor negro que se produce en las plantas de fabricación de pasta de papel. Como puede apreciarse, se produce aumento considerable del consumo de gas natural, cuya cuota participativa en esta categoría pasa del 32% en el año 1990 al 61% del año 2008, como consecuencia del incremento del número de instalaciones de cogeneración dentro de este sector. Este aumento del consumo del gas natural tiene su contrapartida en el descenso del consumo de combustibles líquidos (y en particular del fuelóleo), pasando de una cuota del 32% del año 1990 al 9% del año 2008. En cuanto a los combustibles biomasa, dominados como ya se ha dicho por el consumo de licor negro, la cuota participativa se mantiene bastante estable a lo largo del periodo inventariado, con una contribución a esta categoría que se sitúa entre el 26% y el 34%. Por último, el consumo de combustibles sólidos es prácticamente testimonial, con cuotas inferiores al 4%, y con una clara tendencia descendente.

Figura 3.5.5.- Categoría 1A2d. Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}



En la tabla 3.5.8 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector de alimentación, bebidas y tabaco (categoría 1A2e).

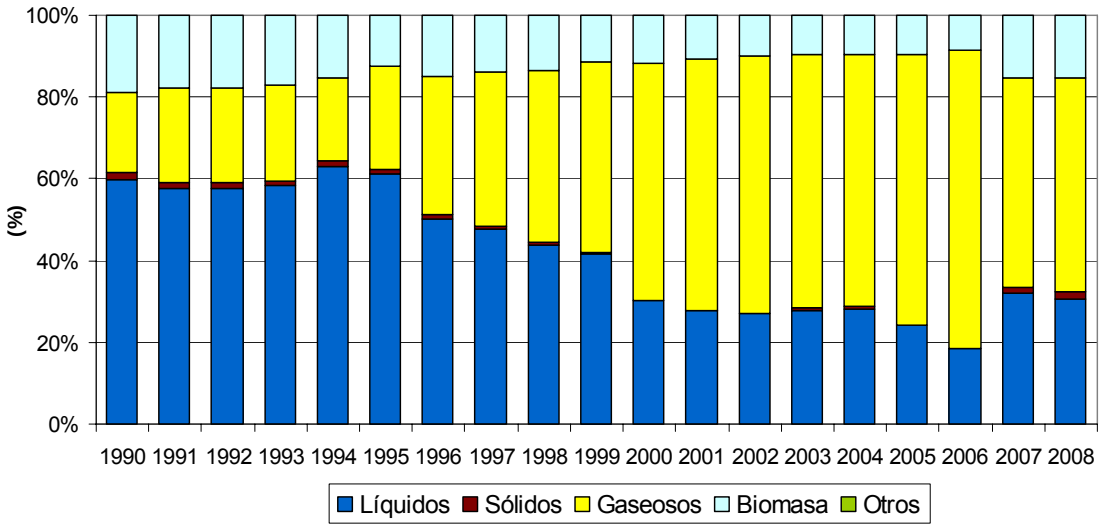
Tabla 3.5.8.- Categoría 1A2e. Consumo de combustibles *(Cifras en TJ_{PCI})*

Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***35.011***	***52.961***	***27.004***	***31.544***	***26.676***	***22.940***	***22.457***	***21.626***
Gasóleo	6.151	7.637	12.153	15.970	15.086	14.030	10.272	9.558
Fuelóleo	28.009	44.069	13.418	14.141	10.157	7.611	10.931	10.859
G.L.P.	851	1.254	1.433	1.433	1.433	1.299	1.254	1.209
Sólidos	***1.039***	***1.029***	***82***	***952***	***0***	***0***	***1.047***	***1.105***
Hulla y antracita								
Coque	1.029	1.029	82	952			1.047	1.105
Gas manufacturado	10							
Gaseosos	***11.475***	***21.855***	***51.944***	***69.361***	***73.144***	***89.500***	***36.009***	***36.984***
Gas natural	11.475	21.855	51.944	69.361	73.144	89.500	36.009	36.984
Biomasa	***10.987***	***10.682***	***10.626***	***10.666***	***10.666***	***10.666***	***10.666***	***10.666***
Madera/Res. de madera	1	3	9	49	49	49	49	49
Otra biomasa sólida	10.986	10.679	10.617	10.617	10.617	10.617	10.617	10.617
Total	**58.512**	**86.527**	**89.656**	**112.522**	**110.485**	**123.106**	**70.178**	**70.380**

El consumo de combustibles en el sector alimentario está dominado por los combustibles líquidos y gaseosos (véase la figura 3.5.6), con tendencias claramente diferenciadas entre estos dos tipos de combustibles. Así, el incremento que se produce en el consumo de gas natural, cuya participación pasa del 20% en el año 1990 al 53% en el año 2008, tiene su reflejo en la caída que se observa en los combustibles líquidos, cuya cuota dentro de esta categoría pasa del 60% del año 1990 al 31% del año 2008.

Por último, el descenso que se observa en el consumo de gas natural en los años 2007 y 2008, y que afecta a la evolución global del consumo de combustibles en este sector, tiene la misma justificación que la ya mencionada en el sector del hierro y el acero.

Figura 3.5.6.- Categoría 1A2e. Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}



En la tabla 3.5.9 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en otros sectores manufactureros y de la construcción (categoría 1A2f).

Tabla 3.5.9.- Categoría 1A2f. Consumo de combustibles *(Cifras en TJ_{PCI})*

Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***179.251***	***198.516***	***222.186***	***250.043***	***251.649***	***250.157***	***239.056***	***218.053***
Crudo de petróleo							248	257
Gasóleo	60.372	44.585	71.730	91.003	93.899	94.463	90.794	86.278
Fuelóleo	62.306	71.449	44.329	33.616	33.207	28.371	29.746	27.816
G.L.P.	4.606	4.276	3.914	4.154	4.076	3.795	3.558	3.426
Bitumen								266
Coque de petróleo	51.967	78.205	102.212	121.271	120.467	123.529	114.710	99.673
Otros deriv. del petróleo								339
Sólidos	***54.027***	***14.428***	***8.730***	***5.231***	***5.054***	***4.629***	***11.881***	***9.458***
Carbón coquizable								
Hulla y antracita	50.623	12.200	7.944	4.518	4.513	4.076	11.318	8.912
Lignito negro	54							
Coque	3.279	2.228	786	713	541	553	564	547
Gas manufacturado	72							
Gaseosos	***73.347***	***117.172***	***218.637***	***284.312***	***299.470***	***277.695***	***380.439***	***356.821***
Gas natural	73.347	117.172	218.637	284.312	299.470	277.695	380.439	356.821
Biomasa	***25.365***	***23.061***	***20.397***	***22.541***	***23.076***	***23.801***	***24.018***	***22.031***
Madera/Res. de madera	20.070	18.038	15.485	17.018	17.054	17.653	17.784	15.887
Otra biomasa sólida	2.083	2.025	2.013	2.862	3.361	3.486	3.573	3.464
Biogás	3.212	2.999	2.899	2.661	2.661	2.661	2.661	2.661
Otra biomasa líquida								19
Otros	***0***	***0***	***1.106***	***3.448***	***4.304***	***4.288***	***5.570***	***4.156***
Residuos industriales			1.106	3.448	4.304	4.288	5.570	4.156
Total	**331.990**	**353.177**	**471.056**	**565.576**	**583.552**	**560.570**	**660.964**	**610.519**

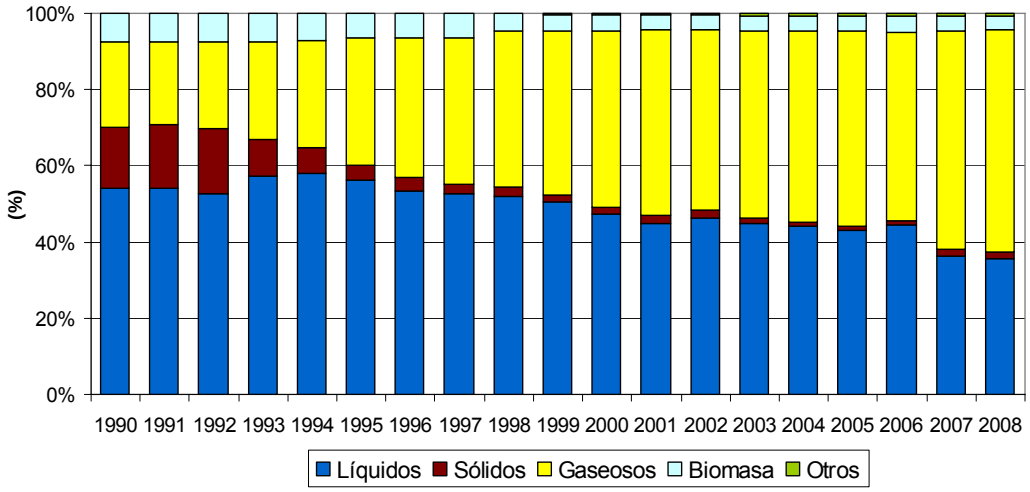
En cuanto a la distribución de combustibles, cuya representación gráfica se muestra en la figura 3.5.7, puede observarse el incremento de la cuota participativa del consumo de gas natural, que pasa de suponer el 22% del total del consumo de esta categoría 1A2f en el año 1990 al 58% en el año 2008. Esta evolución creciente del consumo de gas natural[12] incide notoriamente en la cuota participativa de los combustibles líquidos, los cuales pasan de suponer el 54% en el año 1990 al 36% del año 2008. La variación en los niveles participativos de estos dos tipos de combustibles refleja la progresiva sustitución realizada en el consumo de combustibles, ya que si bien el consumo de combustibles líquidos muestra en términos absolutos una evolución creciente, este crecimiento está principalmente sostenido por el aumento del consumo de coque de petróleo (básicamente en las actividades de fabricación de cemento y cal), mientras que el consumo de fuelóleo presenta una tendencia claramente decreciente a partir del año 1994.

Para los combustibles sólidos, con una cuota participativa en los primeros años de la serie entre el 16% y el 17%, se observa un apreciable descenso a partir del año 1993,

[12] Como ya se ha mencionado en el análisis del consumo de combustibles de otros sub-sectores industriales, el consumo de gas natural en esta categoría 1A2f presenta un apreciable incremento en los años 2007 y 2008, reflejando el aumento que figura en los balances energéticos publicados por la AIE y EUROSTAT para sectores industriales no especificados.

siendo su contribución en los últimos años de la serie de escasa incidencia dentro de este sector (inferior al 2%). En cuanto a los combustibles biomasa, puede apreciarse una estabilidad en los niveles de consumo, situándose su cuota participativa en valores inferiores al 8% del total del sector. Por último, el grupo de otros combustibles, con niveles de participación prácticamente testimoniales, está compuesto casi en su totalidad por la valorización energética de residuos que se realiza en el sector cementero.

Figura 3.5.7.- Categoría 1A2f. Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}



Para la estimación de las emisiones de CO_2 se da preferencia, siempre que se ha podido disponer de la información pertinente[13], al procedimiento de cálculo que parte del contenido de carbono de cada combustible utilizado, y se complementa el cálculo estequiométrico elevado a masa de CO_2 con la inclusión del factor de oxidación (véase la ecuación [3.2.1] y la explicación del algoritmo con más detalle en el epígrafe 3.2.2), utilizándose factores de emisión por defecto a partir de características estándares de los combustibles cuando no se ha podido disponer de los datos necesarios para aplicar el algoritmo anterior. Para la estimación de las emisiones de CH_4 se aplican factores de las guías metodológicas de EMEP/CORINAIR sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI, con la excepción de la combustión de gas natural en motores estacionarios, para los cuales se ha utilizado un factor de emisión facilitado por los principales proveedores de este tipo de instalaciones. En cuanto a las emisiones de N_2O, se aplican los factores seleccionados de las diferentes guías metodológicas (EMEP/CORINAIR, IPCC) y de fuentes sectoriales e institucionales (API, CITEPA) igualmente sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI. Este mismo procedimiento se sigue para la estimación de los demás contaminantes considerados en el CRF (SO_2, NO_X, COVNM y CO),

[13] Este es el caso, entre otros, de los sectores industriales de la siderurgia integral, la fabricación de pasta de papel y la fabricación de aluminio, en los que se dispone de esta información vía cuestionario individualizado a plantas.

con la excepción de aquellos casos en los que las propias plantas han facilitado emisiones medidas.

En las tablas 3.5.10 a 3.5.14 se presentan los factores de emisión utilizados en la estimación de las emisiones diferenciados por tipo de instalación, si bien debe señalarse que en el caso del CO_2 los factores indicados (salvo excepciones que se detallan) son aquellos que se utilizan por defecto cuando no se dispone de las características específicas del combustible. Por otro lado, en el caso de los hornos, y debido a la gran variedad de valores de los factores de emisión que se presentan en las referencias dependiendo del proceso realizado y de las condiciones de operación, se muestran rangos de factores, en particular para el CH_4.

Tabla 3.5.10.- Factores de emisión. Calderas

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,7	0,7
Fuelóleo	76	2,9	1,5
G.L.P.	65	0,9	2,5
Coque de petróleo	98,3	0,3	2,5
Gas de refinería	55	2,5	1,5
Carbón coquizable	94	3	3
Hulla y antracita	101	15 (1) 3 (2)	1,6
Lignito negro	99,42	15 (1) 3 (2)	1,6
Coque	103 – 105 (3)	15 (1) 1,3 (2)	3
Gas manufacturado	52	1,4	2,5
Gas de coquería	41,3-45 (3)	2,5	1,75
Gas de horno alto	242,9-293,5 (3)	0,3	1,75
Gas de acería	181,3-184,4 (3)	0,3	2,5
Gas natural	55-56 (4)	1,4	0,9
Madera/Res. de madera	110	16,7 (5) 18 (1) (6) 32 (2) (6)	4
Residuos agrícolas	110	30	4
Lodos de depuradora	110	30	4
Licor negro	73	1	4
Biogás	112	2,5	1,75
Residuos industriales (7)	33,35-30,82 (8)	2,5 (9)	1,75 (9)

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10, y Capítulo 111, Tablas 27, 29 y 30
Manual de Referencia 1996 IPCC, tabla 1-1, para el CO_2 de la biomasa
Manual de Referencia 1996 IPCC, tabla 1-7 para el CH_4 de los lodos de depuradora
Manual de Referencia 1996 IPCC, tabla 1-8, para el N_2O de la hulla y antracita, lignito negro, madera y residuos de madera, carbón vegetal, residuos agrícolas, lodos de depuradora y licor negro (asimilado en este caso por el contenido en biomasa).
CITEPA, para el N_2O del coque de petróleo, los GLP, los gases siderúrgicos, el gas manufacturado (en este caso asimilado a otros combustibles gaseosos) y el biogás.
API Compendium para el N_2O del fuelóleo, del gasóleo y del gas natural ("*Uncontrolled boilers and heaters*")

(1) Calderas de potencia térmica nominal entre 50 y 300 MWt.
(2) Calderas de potencia térmica nominal < 50 MWt.
(3) El rango de factores de CO2 indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado.
(4) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.
(5) Madera
(6) Residuos de madera
(7) Se incluye aquí el gas residual (off-gas) utilizado en una planta química.
(8) El rango indicado se ha derivado a partir de la información sobre el CO_2 certificado para el Comercio de Derechos de Emisión de una planta que consume este tipo de combustible (véase nota 7).
(9) Asimilado al gas de coquería.

Tabla 3.5.11.- Factores de emisión. Turbinas de gas

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Gasóleo	73	4	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	4	1,3
Propano	63,8	1	2,5
Gas de acería	186,5 (2)	0,3 (3)	2,5

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, Tablas 24-30 y Capítulo 112, Tablas 5-10.
CITEPA, para el N_2O del fuelóleo, los G.L.P y el gas de acería.
API Compendium para el N_2O del gasóleo (asimilado al factor de emisión de motores estacionarios) y del gas natural ("*Uncontrolled turbines*")

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.
(2) Obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas del combustible en cuestión en el periodo inventariado.
(3) Asimilado al factor de emisión de calderas.

Tabla 3.5.12.- Factores de emisión. Motores estacionarios

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Gasóleo	73	1,5	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	316	1,3

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10.
Factor de emisión facilitado por los principales proveedores de motores estacionarios para el CH_4 del gas natural.
CITEPA, para el N_2O del fuelóleo.
API Compendium para el N_2O del gasóleo ("*Large Bore Diesel Engine*") y del gas natural ("*4 Cycle – Lean Burn Engine*")

(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.

Tabla 3.5.13.- Factores de emisión. Hornos

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Crudo de petróleo	72,6	5	1,75
Gasóleo	73	1,5 – 4	1,5
Fuelóleo	76	0,7 – 5	1,75
G.L.P.	65	0,9 – 1	2,5
Coque de petróleo	98,3	0,3 – 1,5	2,5
Gas de refinería	54,1	2,5	1,75
Asfalto	93,6 (9)	1 (10)	1,75 (10)
Residuos ind. de petróleo	76 (10)	1 (10)	1,75 (10)
Otros comb. líquidos	72,9 (9)	30 (7)	4 (12)
Hulla y antracita	99,42 101	1 – 3 50 (5) 50 (6)	1,4 – 3
Coque	103 – 105 (1)	0,5 – 1,5 50 (5) 50 (6)	1,4 – 3
Gas de coquería	41,3-45 (1)	2,5 257 (6)	1,75
Gas de horno alto	242,9-293,5 (1)	0,3 257 (6)	1,75
Gas de acería	181,3-184,4 (1)	0,3	2,5
Coque desorbido	90,04 (9)	30 (7)	4 (12)
Gas natural	55-56 (2)	1 - 4 14 (6)	2,5
Madera/Res. de madera	110	0,2 - 32	4
Harinas animales	110	0,2 (11)	4
Grasas animales	110	0,2 (11)	4
Celulosa	110	0,2 (11)	4
Lodos de depuradora	110	30 (7)	4
Residuos industriales	84 (3) 73 (4)	1	2,5
Plásticos	73,5 (9)	30 (7)	4 (12)
Otros residuos	80 (8)	30 (7)	2,5

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulos 323 a 3323; Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10, y Capítulo 111, Tablas 27, 29 y 30
Manual de Referencia 1996 IPCC, tabla 1-1, para el CO_2 de la biomasa
CITEPA, para el N_2O excepto los combustibles biomasa.
Manual de Referencia 1996 IPCC, Tabla 1-8, para el N_2O de la biomasa.
Manual de Referencia 1996 IPCC, Tabla 1-17, para el CH_4 de los hornos de cemento y cal (excepto biomasa y residuos).

(1) El rango de factores de CO2 indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado.
(2) Años 1990 y 1991 55 kg CO2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO2/GJ.
(3) Neumáticos y disolventes residuales
(4) Aceites usados
(5) Hornos de yeso. Libro Guía EMEP/CORINAIR. Capítulo 324. Tabla 2
(6) Hornos de sinterización. Libro Guía EMEP/CORINAIR. Capítulo 331. Tabla 8.2a.
(7) Manual de Referencia 1996 IPCC, Tabla 1-7.
(8) "The Cement CO2 Protocol: CO2 Emissions Monitoring and Reporting Protocol for the European Emissions Reduction & Trading System". Guide to the Protocol. May 22, 2003
(9) Información facilitada por las plantas sobre el CO_2 certificado para el Comercio de Derechos de Emisión.
(10) Asimilado al fuelóleo
(11) Asimilado a residuos de madera
(12) Manual de Referencia 1996 IPCC, Tabla 1-8. Asimilado al valor propuesto para *"Otra biomasa y residuos"*

Tabla 3.5.14.- Factores de emisión. Maquinaria industrial

	CO_2 (t/t)	CH_4 (kg/t)	N_2O (kg/t)
Gasóleo	3,138	0,170	0,0864

Fuente: CO_2: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 810, ecuación (2).
CH_4: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 810, Tabla 8.1.
N_2O: Manual CORINAIR, parte 9, para el gasóleo (se indica 2 g/GJ, con un PCI de 43,2 GJ/t)

3.5.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Uno de los rasgos más destacables en la caracterización de la incertidumbre de esta fuente clave es la heterogeneidad de actividades y tipos de combustible que combina. Cada una de ellas tiene sus propias incertidumbres, que deben ser adecuadamente ponderadas para estimar la incertidumbre del agregado, tanto de la variable de actividad como de los factores de emisión. Por lo que respecta a los factores de emisión de CO2, la incertidumbre se ha derivado considerando, por un lado, la incertidumbre del contenido de carbono de los combustibles y, por otro, la del factor de oxidación.

Para los combustibles sólidos, se estima que la incertidumbre de la variable de actividad se sitúa en torno al 5%, límite superior del rango propuesto por la Guía 2006 IPCC (tabla 2.15) para el cruce *sistema estadístico bien desarrollado* y *extrapolación* (rango: 3%-5%), ya que, si bien el consumo está localizado en un número no muy amplio de sectores y, en alguno de ellos en grandes plantas, de las que se obtiene información por cuestionario directo, la información debe ser complementada con extrapolaciones para estimar el resto de consumos (otros subsectores y plantas). En cuanto al factor de emisión, su incertidumbre se ha calculado como combinación de las incertidumbres componentes del 1,5% en el factor de oxidación y del 15% en el contenido de carbono; esta última componente se ha estimado, a su vez, como promedio de las incertidumbres, comparativamente más reducidas, asociadas a las características de este tipo de combustible en fuentes puntuales, para las que se dispone de información directa de planta, con las propias de las fuentes de área, notablemente menos precisas.

Para los combustibles líquidos, y en lo que se refiere a la variable de actividad, el procedimiento de recopilación de información (cuestionarios directos a grandes plantas complementado con extrapolación al conjunto restante de plantas y sectores) se encuadra, atendiendo a la clasificación presentada en la tabla 2.15 de la Guía 2006 IPCC, dentro de un *sistema estadístico bien desarrollado* con *extrapolación.* En consecuencia, la incertidumbre asociada al consumo de esta clase de combustibles se ha cuantificado en un 10%, límite superior del rango propuesto por la citada guía para este tipo de sistema en la industria general (rango: 5%-10%). Con relación al factor de emisión, la incertidumbre asociada incorpora la propia incertidumbre en el contenido de carbono, estimada en un 3% de acuerdo a la variabilidad en las características, y en el factor de oxidación, cifrada en un 1%.

Con respecto a los combustibles gaseosos, que contempla únicamente el gas natural, la información referente a la variable de actividad, compilada por segmentos sectoriales y de cantidad en cuanto a tipos de tarifa, se enmarca dentro un “sistema estadístico bien desarrollado” y prácticamente exhaustivo, existiendo sin embargo una cierta indefinición en la combinación de consumo imputable a electricidad en cogeneración y resto de consumos por actividades sectoriales. Atendiendo a estas consideraciones se ha tomado para el

consumo de gas natural una incertidumbre del 5%, límite superior del rango sugerido en tabla 2.15 de la Guía 2006 IPCC para sistemas bien desarrollados basados en encuestas (rango: 3-5%). En cuanto al factor de emisión de CO_2, la incertidumbre se sitúa en un 1,5% de acuerdo con la precisión elevada del contenido de carbono, calculada en un 1,4% a partir de la composición molar anual facilitada por la empresa transportista del gas, y factor de oxidación de este combustible, estimada en un 0,5%.

Dada la heterogeneidad de los combustibles considerados dentro del grupo "Otros combustibles", junto con el menor desarrollo general observado en los sistemas de captura de información y la aplicación de extrapolación, se estima una incertidumbre en la variable de actividad del 17,5%, dentro del rango indicado en la tabla 2.15 de la Guía 2006 IPCC para este cruce de sistema y origen de datos (rango: 15-20%). En base a la heterogeneidad ya citada, la incertidumbre global en el factor de emisión de CO_2 se estima del 5%, tal y como aparece reflejado en la Guía 2006 IPCC (tabla 2.13).

Por lo que a la coherencia temporal de la variable de actividad se refiere, se asume que la parte dominante de la combustión industrial tiene asociada un elevado grado de coherencia, al provenir la información sobre los consumos de combustibles de fuentes homogéneas con un alto grado de cobertura sectorial e incluso a nivel individualizado de planta. Asimismo, la parte correspondiente a la maquinaria móvil, que se ha determinado con ayuda de patrones de actividad (véase apartado 3.5.2), los cuales se considera que poseen también un buen nivel de coherencia temporal.

3.5.4.- Control de calidad y verificación

Dentro de las actividades de control de calidad se ha realizado la contrastación de la información sobre variables de actividad, tanto en los sectores en que se obtiene la información vía cuestionario individualizado (siderurgia integral, fabricación de aluminio primario, producción de pasta de papel) como en aquellos en que la información facilitada por las asociaciones empresariales relevantes viene desglosada por provincia (como por ejemplo cemento, cal, ladrillos y tejas). Para los primeros se analizan tanto los datos sobre cantidades de combustibles consumidas como las características específicas de los mismos para cada planta; mientras que en los segundos, se hace especial hincapié en la coherencia de las series de consumos, estudiándose en su caso los posibles valores atípicos. Adicionalmente, para determinadas actividades, especialmente de la industria metalúrgica, se han cotejado los requerimientos energéticos por unidad de producto fabricado referidos en la literatura (BREFs de IPPC, EMEP/CORINAIR) con los ratios empíricos resultantes de la explotación de la información de base del inventario, y en caso de existir discrepancias notables se han investigado las causas potenciales y, eventualmente, revisado las series de consumo energéticos.

Adicionalmente, en la presente edición del inventario, se ha utilizado en el sector de fabricación de cal la información de CO_2 certificado dentro del marco del Comercio de Derechos de Emisión, para contrastar y, en su caso, completar la información que para este sector facilita la asociación empresarial (ANCADE), que da como una información agregada la parte estimada de las empresas no asociadas. Para el sector de fabricación de clínker de cemento, se ha utilizado la información de CO_2 certificado para obtener características (poderes caloríficos y contenidos de carbono) de combustibles no estándar (principalmente residuos valorizados energéticamente) utilizados en esta actividad.

3.5.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se detallan las principales modificaciones realizadas en la estimación de las emisiones de las categorías de esta fuente clave con respecto a la edición anterior del inventario.

- El cambio de alcance más relevante es la revisión sistemática que se hace del balance de combustibles que se utiliza específicamente para el inventario de emisiones. Debe reseñarse aquí que para el último año de cada edición del inventario sólo se dispone de los cuestionarios energéticos internacionales, y de éstos a veces sólo un avance, lo que implica en general que en la edición del año siguiente deban ser revisadas las cifras que en el año anterior se habían tomado de dichos cuestionarios al disponerse en este momento posterior de la información de los propios balances energéticos de AIE y EUROSTAT.

- Se ha revisado para todo el periodo inventariado el factor de emisión de CH_4 del gas natural en los motores estacionarios, pasándose a utilizar un factor de 316 g/GJ de gas natural, de acuerdo con la información facilitada por los principales proveedores de este tipo de instalaciones (en la edición previa del inventario, el factor de emisión aplicado se tomaba de las guías metodológicas de EMEP/CORINAIR, y era de 50 g/GJ de gas natural).

- Se ha revisado la estimación del consumo de combustibles (coque y gas natural) correspondientes al año 2007 en la actividad de fundición de hierro gris como consecuencia de la nueva información facilitada por la Federación Española de Asociaciones de Fundidores (FEAF). Esta modificación supone un incremento de las emisiones en 2007 de 12,6 Gg de CO_2-eq.

- Se han modificado los factores de emisión de CH_4 del gas de horno alto y el gas de acería en calderas con la información que figura en el Libro Guía EMEP/CORINAIR, y que reemplazan a los factores de emisión que se venían utilizando del Manual CORINAIR (1992). Esta modificación afecta al periodo 1990-2002, suponiendo en términos de CO_2-eq unos incrementos que son en todo caso inferiores a 0,04 Gg.

- Para el año 1990, se ha revisado el factor de emisión de CO_2 para el coque consumido en el horno de cubilote de una planta de fabricación de automóviles, tras haber identificado un error en las emisiones de CO_2 de dicha instalación (el factor de emisión implícito que se obtenía estaba fuera de rango).

- En la fabricación de zinc primario se han revisado los consumos de combustibles de una planta para el periodo 1990-2005 de acuerdo con la información facilitada por la propia planta (consumos para los años 2000-2005 y extrapolación realizada para el periodo 1990-1999). Esta modificación supone unos incrementos menores que varían entre 0,1 y 1,7 Gg de CO_2-eq.

- Se ha revisado el poder calorífico inferior (PCI) del off-gas consumido en una instalación de cogeneración del sector químico correspondiente al año 2007 tras haberse identificado un error en el valor de dicho parámetro (se había mantenido el

PCI facilitado para el año 2006). Esta modificación supone un incremento de las emisiones de 11 Gg de CO_2-eq.

- En una planta de fabricación de pasta de papel se ha revisado para los años del periodo 1992-2003 la estimación de CO_2 tras haberse identificado, siguiendo las indicaciones del WG1, valores atípicos en los factores de emisión implícitos que se obtenían. Adicionalmente, y como consecuencia de esta revisión, se ha modificado el valor del PCI del fuelóleo consumido en dicha planta durante los años 1994-1996 al tratarse de un valor atípico para dicho combustible. Estas modificaciones suponen una variación de las emisiones de CO_2-eq que oscilan entre un incremento de 9,5 Gg y un descenso de 71,9 Gg.

- Se han revisado las estimaciones de CO_2 en los procesos de combustión de dos plantas de fabricación de automóviles en el año 1990 y de otras tres plantas en el año 1991, tras haber identificado, siguiendo las indicaciones del WG1, valores atípicos en los factores de emisión implícitos obtenidos para los combustibles utilizados en dichas plantas. Estas modificaciones suponen un descenso de las emisiones de CO_2-eq de 6,7 Gg en 1990 y un incremento de 39,7 Gg en 1991.

- Se ha revisado el consumo de gas natural en los años 2004 y 2005 en una planta de fabricación de lana de vidrio de acuerdo con la nueva información aportada por la propia planta. Esta modificación supone una variación inferior a 1 Gg de CO_2-eq en ambos años.

- Se ha revisado el consumo de gas natural en el periodo 2004-2007 en una planta de fabricación de lana de roca de acuerdo con la nueva información aportada por la propia planta. Esta modificación supone una variación inferior a 1 Gg de CO_2-eq en los años indicados.

- Se han modificado los consumos de gas natural de 2007 (turbinas de gas, motores estacionarios y hornos de proceso) en la fabricación de productos de cerámica fina (azulejos y baldosas) como consecuencia de la revisión de dichos consumos facilitada por la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos, Pavimentos y Baldosas Cerámicas (ASCER). La actualización de estos datos supone un incremento de las emisiones de CO_2-eq de 9,2 Gg en el año 2007.

La comparación de resultados de las emisiones de CO_2-eq de esta fuente clave entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos de valores absolutos en la figura 3.5.8 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 3.5.9. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO_2-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en esta categoría supone un incremento que oscila entre el 0,03% del año 1990 y el 3,2% del año 2007.

Figura 3.5.8.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

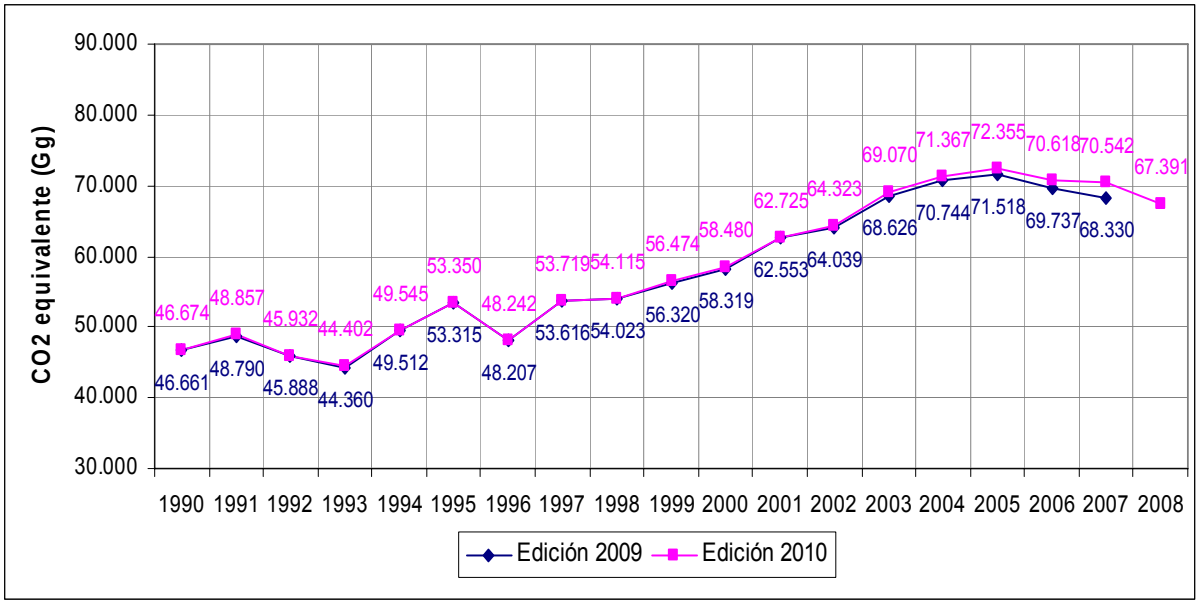
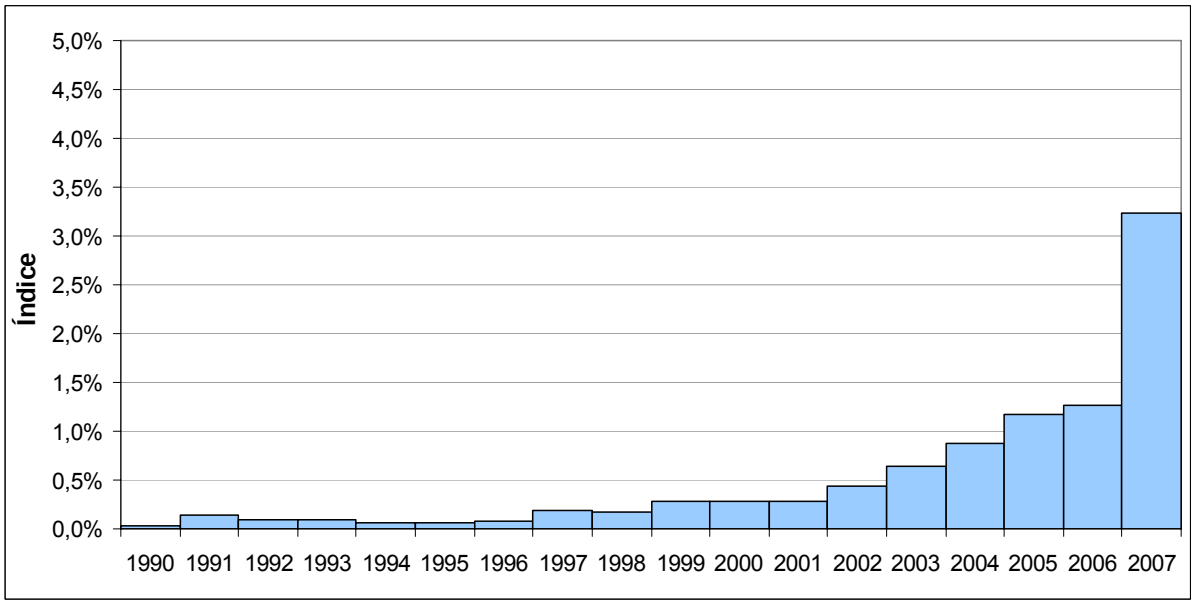


Figura 3.5.9.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



3.5.6.- Planes de mejora

Una primera línea de actuación en los planes de mejora es la de continuar y profundizar con el acceso a información individualizada por planta en determinados sectores de la metalurgia no férrea en los que el número de plantas existentes es reducido y, por tanto el balance coste/beneficio del tratamiento de la información por planta es positivo (se

trata de las actividades de fabricación de plomo secundario y cobre secundario, donde para algunas de ellas ya se dispone de información individualizada). Este mismo planteamiento se pretende aplicar a las fundiciones de hierro.

Otra línea de mejora es la exploración de potenciales sub-sectores industriales que realicen operaciones cautivas de producción de cal no investigados hasta ahora (azucareras, fundición de cobre), y que al no entrar en los circuitos comerciales, pudieran estar dando lugar a una infravaloración de los consumos de combustibles y de las emisiones asociados a esta actividad.

Por último, si bien este planteamiento requerirá un horizonte de ejecución temporal mayor, se está planteando mejorar la información básica sobre consumos de biomasa así como la tipificación de sus clases por cuanto son relevantes para la determinación de las características de poderes caloríficos y factores de emisión.

3.6.- Tráfico aéreo nacional (1A3a)

3.6.1.- Descripción de la actividad

En esta categoría se recogen las actividades de transporte efectuadas por las aeronaves en el ámbito nacional. Se distinguen dos tipos de operaciones: a) ciclos de aterrizaje-despegue (CAD) realizados en los aeropuertos y b) navegación de crucero. Los CAD comprenden a su vez las operaciones de aterrizaje (por debajo de 1000 m. de altura), las maniobras que realiza el avión hasta llegar al punto de desembarque, las maniobras que realiza el avión desde el punto de embarque hasta la cabecera de pista y el despegue (de nuevo hasta alcanzar los 1000 m. de altura).

En la tabla 3.6.1 se muestran las emisiones de CO_2, siendo este el gas que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 3.6.2 se complementa la información anterior incluyendo las emisiones asociadas por combustión de CH_4 y N_2O, y expresando el conjunto de las emisiones de los tres gases en términos de CO_2-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO_2-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía.

Tabla 3.6.1.- Emisiones de CO_2 *(Cifras en Gg)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
4.130	3.301	5.478	5.881	6.854	7.204	7.582	7.314

Tabla 3.6.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	4.171	3.335	5.533	5.941	6.924	7.277	7.659	7.388
Índice CO_2-eq	100,0	79,9	132,7	142,4	166,0	174,5	183,6	177,1
% CO_2-eq sobre total inventario	1,46	1,06	1,45	1,41	1,59	1,70	1,75	1,82
% CO_2-eq sobre energía	1,97	1,39	1,92	1,80	2,00	2,17	2,22	2,32

En cuanto a los factores determinantes de la explicación de la tendencia de las emisiones, el elemento relevante ha sido la expansión prácticamente sostenida de la variable de actividad (medida por ejemplo por el movimiento de aeronaves), expansión que sólo se ha visto revertida con los descensos de los años 1993, 2002 y 2008. Entre las causas principales de estos mínimos relativos cabe destacar como principal condicionante la coyuntura económica nacional en los años 1993 y 2008; y, para el caso del año 2002, la repercusión internacional de los atentados terroristas en Estados Unidos de septiembre de 2001.

3.6.2.- Metodología

Para realizar la estimación de las emisiones en esta categoría se ha aplicado el enfoque metodológico de nivel 2a propuesto por IPCC[14]. En la selección del método se han seguido los criterios expuestos en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, figura 2.8, según los cuales la disponibilidad de información agregada de los movimientos de aeronaves determina la elección del nivel en cuestión. Dicha información aparece publicada en las estadísticas de tráfico aéreo elaboradas por el Ministerio de Fomento [15] para cada aeropuerto y segmento, doméstico o internacional[16]. En la tabla 3.6.3 se proporciona el número de ciclos de aterrizaje y despegue anual asignados al segmento nacional.

Tabla 3.6.3.- Número de ciclos CAD en tráfico nacional

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
204.353	264.079	400.524	446.556	487.708	515.313	548.121	525.959

Para la estimación de los consumos de combustibles diferenciados por tipo de operación y segmento, se ha partido de los datos que figuran en los cuestionarios internacionales de productos petrolíferos remitidos por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a los organismos internacionales, AIE y EUROSTAT[17]. A partir de la información de base, donde se distingue entre segmento doméstico e internacional, se estima el consumo de combustibles en operaciones de aterrizaje y despegue, asignando a la navegación de crucero el remanente del consumo.

---

[14] "IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories", apartado 2.5.

[15] "Tráfico comercial en los aeropuertos españoles", Dirección General de Aviación Civil (DGAC), Ministerio de Fomento.

[16] En la estadística de movimientos de aeronaves (variable proxy de actividad en aeropuertos) de esta sección no se incluyen los movimientos correspondientes a aeronaves militares, de Estado y las utilizadas en vuelos privados y trabajos aéreos. No obstante, sí debe quedar constancia de que el consumo de combustible del tráfico aéreo asociado a la categoría 1A3a es el consumo de combustible total de todas las clases de aeronaves. Es por ello que, al referir en una categoría separada, categoría 1A3e, el tráfico militar. la etiqueta de notación correspondiente sea *"IE"* (incluido en otra parte).

[17] El organismo nacional responsable de la cumplimentación de los cuestionarios de productos petrolíferos no facilita el consumo desglosado por actividades socioeconómicas para el periodo 2001-2004. Por esta razón, se ha adoptado la información disponible en los balances energéticos de la AIE para dicho periodo.

El cálculo de los consumos imputables a los CAD se efectúa determinando para cada aeropuerto civil nacional un factor medio anual de consumo (volumen total de combustibles consumidos por CAD) derivado de una distribución del tráfico existente por tipo de aviones.

La entidad pública empresarial encargada de la explotación de los aeropuertos civiles y control de la navegación aérea, AENA[18], desarrolló para el periodo 1996-1998 un estudio exhaustivo de los tipos de aviones que aterrizaban y despegaban de cada aeropuerto, distinguiendo su carácter doméstico o internacional. Para asignar unos ratios de consumo se consultó la base de datos diseñada por ICAO[19] relativa a emisiones de escape y consumos por tipo de motor en las distintas operaciones de CAD. En la tarea efectuada para integrar la información de ambas fuentes, nacional e internacional, se contó con la importante colaboración de la Unidad de Planificación de Flotas y Medio Ambiente de la compañía IBERIA, lo que permitió establecer para cada una de las denominaciones de avión contempladas por AENA, una clase de aeronave representativa identificada por ICAO[20], a partir de un código IATA [21] y una configuración de motores (número, modelos y representatividad en la clase).

Para los años restantes del periodo inventariado, la recopilación informativa llevada a cabo por AENA resultó inviable dado el volumen de información solicitada. Por esa razón se ha decidido asumir en el año de referencia pertinente los factores medios por aeropuerto deducidos para el año más próximo en el cual sí estuvieran disponibles. Así, a partir de los ratios de consumo por CAD y aeropuerto, se estima la cantidad agregada de combustible imputada para las operaciones de aterrizaje y despegue, mediante la fórmula:

$$Comb^{t}_{CAD,A} = NCAD^{t}_{A} \cdot FC^{t'}_{CAD,A} \qquad \text{donde}$$

$$FC^{t'}_{CAD,A} = \sum_{i} \left(\frac{NAterrizaje^{t'}_{i} \cdot FC^{t'}_{I,Aterrizaje} + NDespegue^{t'}_{i} \cdot FC^{t'}_{I,Despqgue}}{NAterrizaje^{t'}_{i} + NDespegue^{t'}_{i}} \right)$$

siendo:

A	=	aeropuerto civil nacional
t	=	año de referencia
t'	=	año cubierto por el estudio más próximo al año de referencia (es decir, 1996 si t ≤ 1996; 1997 si t = 1997; 1998 si t ≥ 1998)
i, I	=	tipo de avión (denominación AENA) y clase representativa del tipo de avión, respectivamente
NCAD	=	Nº de CAD

[18] AENA (Aeropuertos Españoles de Navegación Aérea)

[19] "Engine Exhaust Emissions Data Bank". Edición 1995. ICAO (International Civil Aviation Organization)

[20] Combinación de los datos presentes en "ICAO Aircraft Type Designators" y en "ICAO Engine Exhaust Emissions Data Bank"

[21] IATA: International Air Transport Association

NAterrizaje = nº de operaciones de aterrizaje

NDespegue = nº de operaciones de despegue

FC = factor de consumo

Como ya se ha comentado, el consumo de combustible por navegación de crucero, ya sea en tráfico doméstico o internacional, se ha deducido restando a la cifra del cuestionario internacional las cantidades estimadas para CAD. En la tabla 3.6.4 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía, con distinción por fase de vuelo (TJ de poder calorífico inferior).

Tabla 3.6.4.- Consumo de combustibles *(Cifras en TJ_{PCI})*

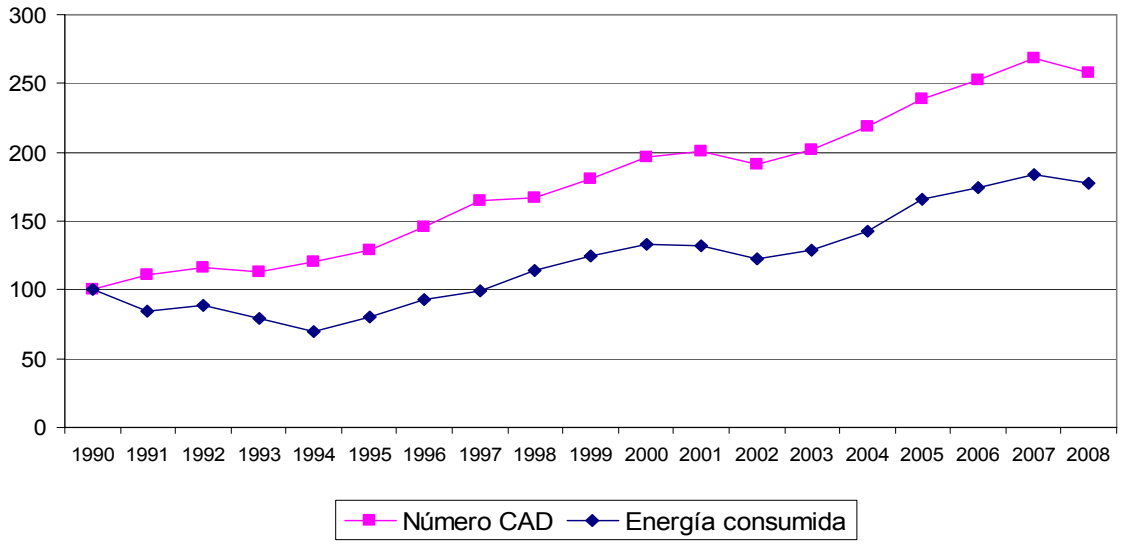
Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Gasolina aviación *del cual*	477	0	434	434	434	434	477	477
CAD	*54*	*0*	*73*	*75*	*70*	*70*	*78*	*77*
Crucero	*423*	*0*	*360*	*359*	*364*	*364*	*399*	*400*
Queroseno (1) *del cual*	56.368	45.441	74.969	80.520	93.918	98.731	103.891	100.205
CAD	*6.359*	*8.299*	*12.653*	*13.849*	*15.136*	*15.913*	*16.898*	*16.089*
Crucero	*50.009*	*37.142*	*62.316*	*66.671*	*78.782*	*82.818*	*86.993*	*84.116*
Total	**56.845**	**45.441**	**75.403**	**80.953**	**94.351**	**99.164**	**104.368**	**100.682**

(1) Incluye, según los años, queroseno de aviación más gasolina tipo *jet fuel*.

La evolución temporal de los movimientos de aeronaves tiene su reflejo en el consumo de combustibles, aunque el paralelismo entre ambas series muestre algunas distorsiones, básicamente debidas al cambio en la composición de la flota y de la matriz origen-destino y, adicionalmente, al hecho de que el consumo total se ha cuadrado con las ventas, estando pendiente para una próxima edición del inventario la cuantificación del consumo a partir de un modelo de tráfico aéreo (modelo MECETA[22]). En la figura 3.6.1 se presentan los índices de evolución de los ciclos CAD de aeronaves y de los consumos estimados de combustibles de aviación, en unidades energéticas (TJ) de poder calorífico inferior, para tráfico nacional.

[22] Modelo Español de Cuantificación de Emisiones del Transporte Aéreo

Figura 3.6.1.-Evolución del número de CAD y del consumo de combustibles para tráfico nacional (Año 1990=100)



En la elección de los factores de emisión aplicados se ha diferenciado si el consumo se efectúa por navegación de crucero o por CAD y/o el contaminante. En el caso concreto del CO_2, se ha aplicado el factor por defecto propuesto en el Manual de Referencia 1996 IPCC, tabla 1-52, de 3,15 toneladas de CO_2 por tonelada de combustible.

3.6.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre en el consumo doméstico de combustible se ha estimado del orden del 35% a partir de la información publicada en el documento elaborado por la UNFCCC sobre aviación, FCCC/TP/2003/3 (14 Nov 2003). Este valor viene derivado de la variación porcentual observada entre el dato obtenido mediante modelización, modelo AERO (32.642 TJ_{PCI}), y la estimación de consumo realizada por el inventario (50.168 TJ_{PCI}) para 1992, tomando dicha tasa como límite del rango que determina el intervalo de confianza al 95%. Los factores cualitativos que han determinado dicha incertidumbre son la propia incertidumbre en la distinción de la fracción de la cantidad total de combustible asociada a aviación que es imputable al tráfico doméstico[23] o la naturaleza del dato socioeconómico facilitado en los cuestionarios internacionales de productos petrolíferos (ventas o consumo).

Para el factor de emisión de CO_2 la incertidumbre asociada se ha evaluado en un 5% siguiendo las consideraciones contempladas en el capítulo 2, apartado 2.5.1.6, de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

[23] En la tabla 1 del citado informe de UNFCCC sobre aviación se aprecia que, en la comparación de las cifras relativas al consumo total de combustible (suma de doméstico e internacional) estimadas por el inventario y las estimadas mediante modelización correspondientes al año 1992, la diferencia porcentual se reduce significativamente al 9%.

Con relación a la coherencia temporal de las series, se comenta que el consumo de combustible asignado a CAD se calcula para todo el periodo inventariado utilizando el mismo procedimiento de estimación. El consumo imputado a crucero viene determinado por el dato agregado disponible en las estadísticas, nacionales o internacionales, que se asumen coherentes entre sí.

3.6.4.- Control de calidad y verificación

En la aplicación del algoritmo de estimación de emisiones se ha aplicado el criterio de ajustar los consumos de combustibles a las ventas según la información estadística del balance energético nacional para el tráfico aéreo nacional. Se ha controlado siempre este ajuste de consumos a ventas.

3.6.5.- Realización de nuevos cálculos

Para esta categoría se ha efectuado una leve revisión de los factores de emisión de óxido nitroso por CAD, estimados a partir de un factor por masa de combustible consumido y unos factores de consumo por aeropuerto nacional, tras detectarse una imprecisión en los cálculos que se había propagado a los factores de emisión aplicados. La rectificación ha afectado a todos los años del periodo 1990-2007.

En las figuras 3.6.2 y 3.6.3 se muestra la repercusión, en términos absolutos y porcentuales, de esta modificación arriba comentada en la estimación de CO_2-equivalente.

Figura 3.6.2.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

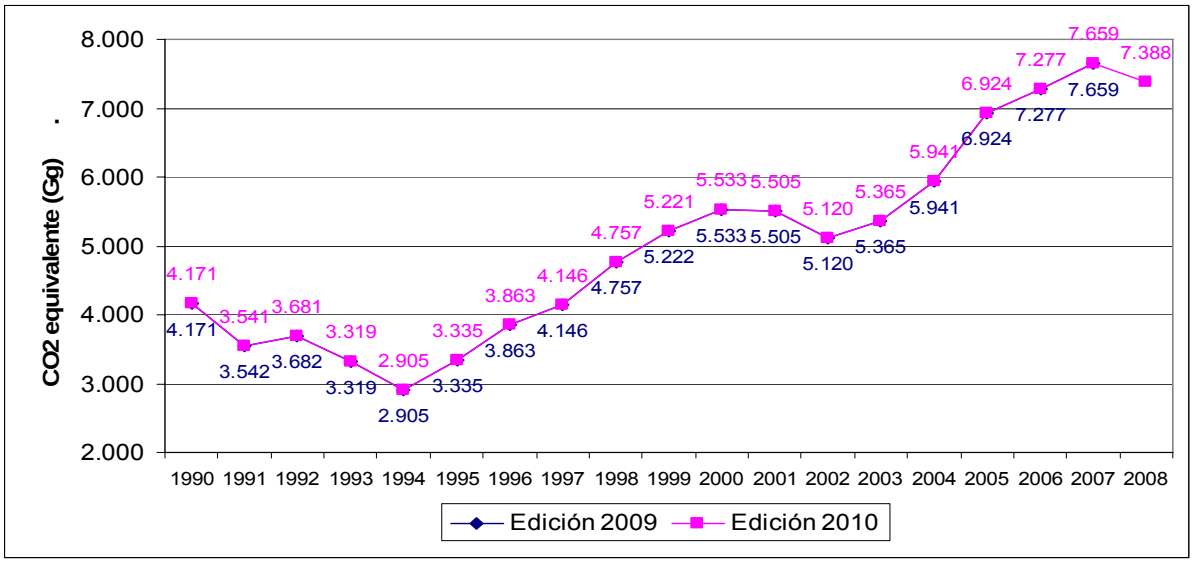
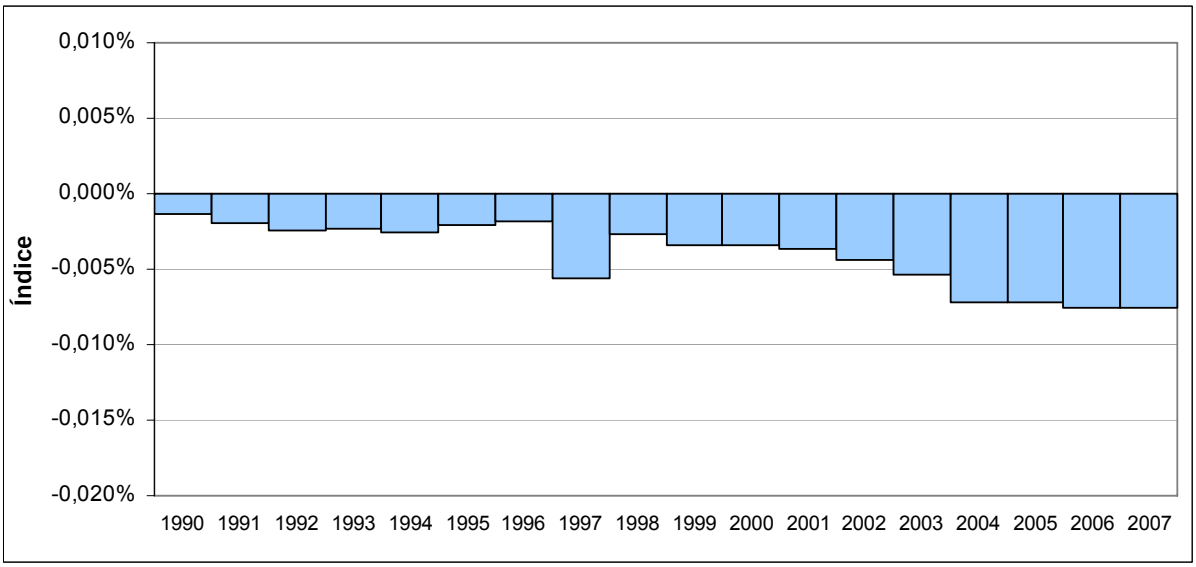


Figura 3.6.3.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



3.6.6.- Planes de mejora

Se encuentra actualmente en proceso un proyecto de colaboración entre distintas entidades nacionales (DGCEA, Agencia Estatal de Seguridad Aérea – AESA- y la Sociedad para los Servicios y Estudios de la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica -SENASA-) y organismos internacionales (EUROCONTROL) con el propósito de aplicar una metodología, ya desarrollada, del modelo de tráfico y emisiones del tráfico aeronáutico (modelo MECETA). En la fase actual del proyecto se está validando la información de base y los resultados preliminares obtenidos. A lo largo de 2010 se tiene previsto finalizar la evaluación del modelo y proceder a su implementación para la estimación del consumo y las emisiones del tráfico aéreo, que se espera reportar ya con la próxima metodología en la próxima edición del inventario.

3.7.- Transporte por carretera (1A3b)

3.7.1.- Descripción de la actividad

En esta categoría se contemplan las emisiones de contaminantes debidas al tráfico de vehículos automóviles cuya finalidad principal es el transporte por carretera de viajeros o mercancías. No se incluyen aquí los conjuntos de vehículos autopropulsados que, aunque realizan o pueden realizar un servicio de transporte, se clasifican y utilizan preferentemente como maquinaria de uso industrial o agroforestal (estos vehículos son objeto de tratamiento en las categorías 1A2 y 1A4 respectivamente).

La fuente de emisión de contaminantes de este epígrafe es el consumo de combustibles: gasolina con o sin plomo, gasóleo (incluyendo para gasolina y gasóleo sus respectivos componentes biogénicos), gas natural y gases licuados del petróleo. En la tabla 3.7.1 se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero de esta categoría mientras

que en la tabla 3.7.2 se complementa la información anterior expresando las emisiones en unidades de CO_2-eq; asimismo,en esa tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO_2-eq y las contribuciones de las emisiones de esta categoría sobre las del total del inventario y del sector energía.

Tabla 3.7.1.- Emisiones por gas *(Cifras en Gg)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2	50.442	60.341	76.899	89.405	91.940	94.802	97.540	91.313
CH_4	14,56	16,92	16,49	11,02	9,96	8,55	7,55	6,17
N_2O	1,60	2,39	4,21	2,76	2,79	2,87	2,95	2,81

Tabla 3.7.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	51.244	61.436	78.551	90.493	93.015	95.871	98.615	92.315
Índice CO_2-eq	100,0	119,9	153,3	176,6	181,5	187,1	192,4	180,1
% CO_2-eq sobre total inventario	17,97	19,51	20,63	21,52	21,38	22,44	22,48	22,75
% CO_2-eq sobre energía	24,15	25,58	27,21	27,40	26,93	28,57	28,55	29,00

Fuentes clave:

Las fuentes clave de emisiones del transporte por carretera (1A3b) son las emisiones de CO_2 debidas al consumo de gasolina y gasóleo. Estas emisiones han tenido una evolución paralela a la del consumo (incluyendo en éste las correspondientes fracciones biogénicas: éster y etanol). A la vista de las cifras presentadas a continuación en la tabla 3.7.3 se observa que las emisiones debidas a la gasolina muestran una pauta de decrecimiento constante desde hace aproximadamente 10 años, contrariamente a las del gasóleo, que han crecido ininterrumpidamente desde el año 1990 hasta el 2007, aunque en el 2008 hayan experimentado una caída debida al descenso del consumo y al fuerte incremento de los componentes biogénicos añadidos al mismo.

Tabla 3.7.3.- Emisiones de CO_2 por combustible

CO_2 emitido (Gg)	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Gasóleo	24.436	32.951	49.514	65.162	68.641	72.566	76.099	71.619
Gasolina	25.928	27.167	27.135	23.983	23.111	22.054	21.230	19.552

3.7.2.- Metodología

Variables de actividad

Las principales variables de actividad utilizadas en el cálculo de las emisiones del tráfico rodado se agrupan en cuatro categorías:

I) Las cifras de consumo de combustibles elaboradas por el equipo de trabajo de los inventarios tomando como base la información de las siguientes fuentes:

"Energy Statistics of OECD Countries" de la Agencia Internacional de la Energía

"Energy Balance Sheets" de EUROSTAT, y

"Estadísticas de Consumo de Productos Petrolíferos" de la Subdirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

II) Las cifras oficiales del parque registrado de vehículos, distribuido por categorías, edades, cilindradas y carga útil, publicadas en el *Anuario estadístico* de la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior.

III) Las cifras de recorridos realizados en las redes de carreteras del Estado (RCE), de las Comunidades Autónomas y de las Diputaciones, proporcionadas por la Subdirección de Planificación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento. Estas cifras de recorridos están desglosadas según categorías de vehículos y se corresponden con lo que en el inventario se denomina pautas interurbana y rural.

Adicionalmente se ha integrado la información derivada de la "Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera" (elaborada por la Subdirección General de Estadística y Estudios de la Dirección General de Programación Económica del Ministerio de Fomento) para la determinación de los recorridos de los vehículos pesados dedicados al transporte de mercancías.

IV) La distribución de los recorridos de cada categoría de vehículos en las pautas interurbana, rural y urbana según cilindradas, edades, peso máximo autorizado y tipo de combustible, elaborada por el equipo de trabajo del inventario a partir de la información de la Dirección General de Carreteras anteriormente citada y de los muestreos realizados en los viales del municipio de Madrid durante los años 2008 y 2009.

Consumo de combustibles

Los aspectos más destacados son el crecimiento del consumo de combustibles hasta el año 2007 inclusive como consecuencia de los incrementos interanuales en los recorridos de los vehículos, y la caída de un 6% en el año 2008 acorde con la del 5% habida en los recorridos. En lo que sigue se hace un análisis diferenciado según combustibles.

Gasolina y gasóleo:

Distinguiendo por tipo de combustible, destaca el firme crecimiento de la participación del consumo de gasóleo frente al de gasolina, consumo que, tras un crecimiento en los años iniciales seguido de estabilidad en los años intermedios, muestra una pauta de descenso sostenido a partir del año 1998. La evolución en cifras se sitúa para la gasolina en unos valores entre 8.000 y 9.000 kt hasta el año 2003 para descender progresivamente hasta el nivel de 6.142 kt en el año 2008, mientras que el gasóleo ha pasado de las 7.788 kt en el año 1990 a 22.826 en el año 2008; es decir, se ha comenzado con un reparto prácticamente igualitario en el año 1990 y se ha alcanzado en el año 2008 una situación en la que el

gasóleo representa más de las tres cuartas partes del consumo total, como puede verse en la figura 3.7.1.

Gas natural:

Se ha dispuesto de la serie de consumos de gas natural en el periodo 2006-2008 en el transporte por carretera, facilitada por SEDIGAS, así como de la información histórica sobre las flotas de vehículos propulsados con gas natural. A partir de ambas informaciones se ha construido la serie de consumos de este combustible desde el año 1997 hasta el año 2005 atendiendo a los requerimientos de consumo de la flota de vehículos. En la tabla 3.7.4 siguiente se presenta dicha serie en unidades energéticas de poder calorífico inferior (PCI).

Tabla 3.7.4.- Consumo de gas natural en el periodo 1997-2008

Año	Consumo (TJ)
1997	103
1998	206
1999	309
2000	412
2001	515
2002	623
2003	721
2004	824
2005	927
2006	1.030
2007	1.607
2008	1.819

GLP:

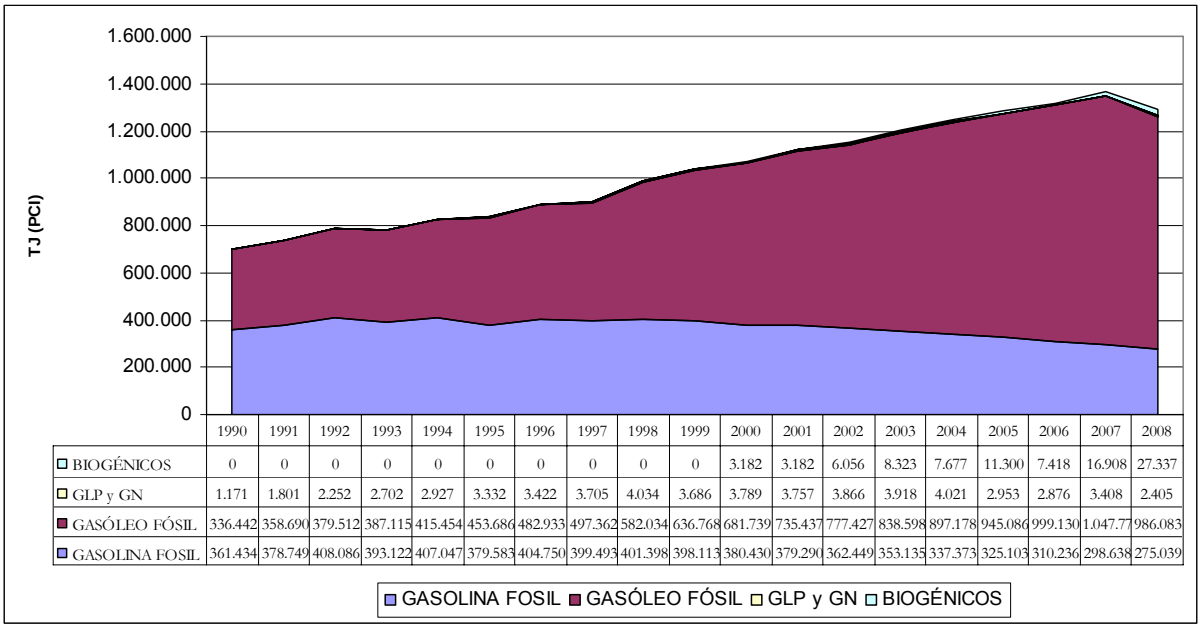
En España, el consumo de gases licuados del petróleo en el tráfico rodado por carretera siempre ha sido marginal comparado con el de los otros combustibles, mostrando una pauta claramente decreciente desde el año 2004, acentuada en el año 2008 con una caída de alrededor de un 66% respecto del año 2007 (pasando de 40 kt en el 2007 a 13 kt en el 2008).

Componentes biogénicos de la gasolina y el gasóleo

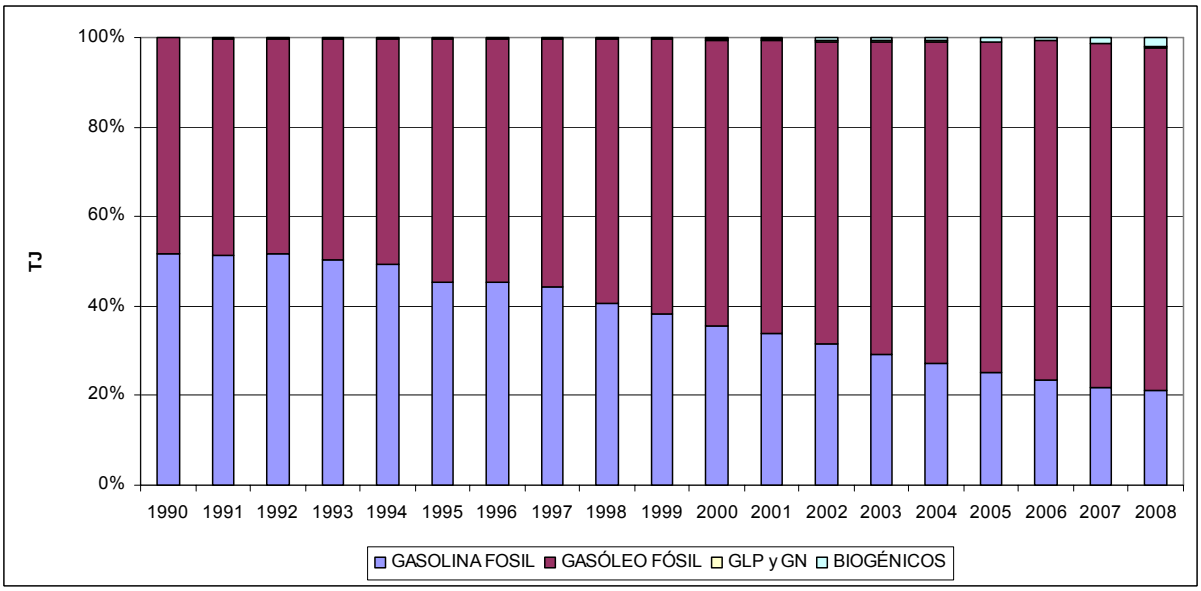
Con respecto a los componentes biogénicos, el del gasóleo (éster) ha crecido significativamente en los últimos dos años, llegando a alcanzar el 2,5% del consumo total de este combustible, mientras que el de la gasolina (etanol), que partía de niveles de alrededor de 175 kt en los años 2005-2007 (un 2,6% del consumo en 2007), ha bajado en el 2008 hasta las 144 kt (2,3% del total), es decir, una caída de casi un 20%.

Las contribuciones a las emisiones de la parte fósil y renovable de los combustibles líquidos se presentan en las hojas Excel generadas por el CRF de la forma siguiente: las emisiones de CH_4 y N_2O se han computado en su integridad (es decir, las correspondientes tanto a la parte fósil como a la renovable) dentro de los combustible líquidos fósiles, lo cual queda indicado en las emisiones de dichos contaminantes para la biomasa mediante la etiqueta “IE” (estimado en otra parte); mientras que para el CO_2 cada parte (fósil y renovable) tiene atribuida su emisión correspondiente, reportándose la asociada a la parte renovable sólo en concepto *pro-memoria*.

Figura 3.7.1.- Consumo de gasolinas y gasóleo *(Cifras en kt)*



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BIOGÉNICOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.182	3.182	6.056	8.323	7.677	11.300	7.418	16.908	27.337
GLP y GN	1.171	1.801	2.252	2.702	2.927	3.332	3.422	3.705	4.034	3.686	3.789	3.757	3.866	3.918	4.021	2.953	2.876	3.408	2.405
GASÓLEO FÓSIL	336.442	358.690	379.512	387.115	415.454	453.686	482.933	497.362	582.034	636.768	681.739	735.437	777.427	838.598	897.178	945.086	999.130	1.047.77	986.083
GASOLINA FOSIL	361.434	378.749	408.086	393.122	407.047	379.583	404.750	399.493	401.398	398.113	380.430	379.290	362.449	353.135	337.373	325.103	310.236	298.638	275.039



Parque circulante:

En este documento se denomina parque circulante a la estructura de participaciones relativas de las distintas clases de vehículos en los recorridos. Una clase de vehículos se identifica por el cruce de las características siguientes, relacionadas de mayor a menor nivel de detalle: *categoría* (autocares, turismos, motocicletas, ciclomotores y vehículos de carga ligeros y pesados), *combustible* empleado (gasolina, gasóleo, GLP, gas natural), cilindrada o peso máximo dependiendo de la categoría y antigüedad (base sobre la que se determina la normativa aplicable al vehículo: *convencional*, *EURO I*, etc.).

Ediciones anteriores del inventario

En las ediciones del inventario anteriores a la actual, el parque circulante aplicado se obtuvo a partir de tres componentes: 1) el desglose de los recorridos interurbano y rural por categorías de vehículos, 2) el parque de vehículos registrado (el *parque vivo* en la terminología de la DGT) y 3) una estructura parcial de ponderaciones a priori para algunas características relevantes de los vehículos, como pueden ser la distribución de combustibles empleados en los turismos o la mayor participación unitaria de los autobuses urbanos respecto de otras categorías en los circuitos urbanos. Más específicamente, se consideraban dos parques circulantes:

I) Los parques circulantes interurbano y rural, construidos desglosando el recorrido de cada *categoría de vehículos* en *combustibles*, *cilindradas*, *normativas aplicables*, etc. proporcionalmente a la participación relativa de la conjunción de estas características en el parque de la DGT, es decir, asumiendo que cada vehículo perteneciente a una categoría recorre el mismo número de kilómetros que cualquier otro de la misma categoría con independencia de su tamaño, combustible o cualquier otra propiedad (a excepción de los turismos para los que, como se ha indicado más arriba, se aplicaba una ponderación a priori a los recorridos de gasolina y gasóleo).

II) El parque circulante urbano, construido asumiendo que las participaciones relativas en los recorridos coinciden con las del parque registrado, a excepción de los autobuses urbanos y vehículos de carga ligeros, que cuentan, al igual que los combustibles de los turismos en pautas interurbana y rural, con ponderaciones a priori sobre sus recorridos unitarios.

Edición actual

En la edición actual, el parque circulante se ha obtenido a partir de un estudio realizado en la zona central de la ciudad de Madrid a lo largo del año 2008 con objeto de ayudar en la toma de decisiones sobre la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno debidas al tráfico rodado; la distribución de recorridos resultante de este estudio se presenta en la tabla 3.7.5 siguiente:

Tabla 3.7.5.- Distribución de recorridos del Ayuntamiento de Madrid en el año 2008

CATEGORIA	CLASE	COMBUSTIBLE	NORMATIVA	%
A	AUTOCAR	BIODIÉSEL	EURO II - 91/542/EEC S II	0,11%
A	AUTOCAR	BIODIÉSEL	EURO III - COM(97) 627	0,84%
A	AUTOCAR	BIODIÉSEL	EURO IV - COM(1998) 776	0,16%
A	AUTOCAR	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,00%
A	AUTOCAR	GASÓLEO	EURO I - 91/542/EEC S I	0,01%
A	AUTOCAR	GASÓLEO	EURO II - 91/542/EEC S II	0,35%
A	AUTOCAR	GASÓLEO	EURO III - COM(97) 627	0,61%
A	AUTOCAR	GASÓLEO	EURO IV - COM(1998) 776	0,32%
A	AUTOCAR	GASÓLEO	EURO V - COM(1998) 776	0,11%
A	AUTOCAR	GASOLINA	CONVENCIONAL	0,01%
A	AUTOCAR	GNC	EEV	0,42%
A	AUTOCAR	GNC	EURO III - COM(97) 627	0,05%
A	AUTOCAR	OTROS MEDIOS	CONVENCIONAL	0,01%
C	CICLOMOTOR	GASOLINA	97/24/EC SII	0,86%
L	LIGERO	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,11%
L	LIGERO	GASÓLEO	EURO I - 93/59/EEC	0,16%
L	LIGERO	GASÓLEO	EURO II - 96/69/EC	0,67%
L	LIGERO	GASÓLEO	EURO III - 98/69/EC S 2000	2,79%
L	LIGERO	GASÓLEO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	2,21%
L	LIGERO	GASOLINA	CONVENCIONAL	0,01%
L	LIGERO	GASOLINA	EURO I - 93/59/EEC	0,00%
L	LIGERO	GASOLINA	EURO II - 96/69/EC	0,01%
L	LIGERO	GASOLINA	EURO III - 98/69/EC S 2000	0,03%
L	LIGERO	GASOLINA	EURO IV - 98/69/EC S 2005	0,02%
M	MOTOCICLETA	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,00%
M	250 - 750	GASOLINA	CONVENCIONAL	0,08%
M	250 - 750	GASOLINA	2002/51/EC SI	0,54%
M	250 - 750	GASOLINA	2002/51/EC SII	0,83%
M	250 - 750	GASOLINA	97/24/EC	0,11%
M	50 - 250	GASOLINA	CONVENCIONAL	0,11%
M	50 - 250	GASOLINA	2002/51/EC SI	1,02%
M	50 - 250	GASOLINA	2002/51/EC SII	1,57%
M	50 - 250	GASOLINA	97/24/EC	0,22%
M	>750	GASOLINA	CONVENCIONAL	0,07%
M	>750	GASOLINA	2002/51/EC SI	0,21%
M	>750	GASOLINA	2002/51/EC SII	0,33%
M	>750	GASOLINA	97/24/EC	0,06%
P	14 - 32	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,01%
P	14 - 32	GASÓLEO	EURO I - 91/542/EEC S I	0,01%
P	14 - 32	GASÓLEO	EURO II - 91/542/EEC S II	0,05%
P	14 - 32	GASÓLEO	EURO III - COM(97) 627	0,24%
P	14 - 32	GASÓLEO	EURO IV - COM(1998) 776	0,17%
P	14 - 32	GASÓLEO	EURO V - COM(1998) 776	0,02%
P	>32	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,00%
P	>32	GASÓLEO	EURO I - 91/542/EEC S I	0,00%
P	>32	GASÓLEO	EURO II - 91/542/EEC S II	0,00%
P	>32	GASÓLEO	EURO III - COM(97) 627	0,01%
P	>32	GASÓLEO	EURO IV - COM(1998) 776	0,05%
P	>32	GASÓLEO	EURO V - COM(1998) 776	0,00%
P	3,5 - 7,5	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,01%
P	3,5 - 7,5	GASÓLEO	EURO I - 91/542/EEC S I	0,00%
P	3,5 - 7,5	GASÓLEO	EURO II - 91/542/EEC S II	0,02%
P	3,5 - 7,5	GASÓLEO	EURO III - COM(97) 627	0,06%
P	3,5 - 7,5	GASÓLEO	EURO IV - COM(1998) 776	0,06%
P	3,5 - 7,5	GASÓLEO	EURO V - COM(1998) 776	0,02%
P	7,5 - 14	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,03%
P	7,5 - 14	GASÓLEO	EURO I - 91/542/EEC S I	0,01%
P	7,5 - 14	GASÓLEO	EURO II - 91/542/EEC S II	0,05%
P	7,5 - 14	GASÓLEO	EURO III - COM(97) 627	0,13%
P	7,5 - 14	GASÓLEO	EURO IV - COM(1998) 776	0,07%
P	7,5 - 14	GASÓLEO	EURO V - COM(1998) 776	0,01%

Tabla 3.7.5.- Distribución de recorridos del Ayuntamiento de Madrid en el año 2008 (Continuación)

CATEGORIA	CLASE	COMBUSTIBLE	NORMATIVA	%
P	PESADO	GASOLINA	CONVENCIONAL	0,00%
P	PESADO	OTROS MEDIOS	CONVENCIONAL	0,00%
T	TURISMO	GASES	EURO III - 98/69/EC S 2000	0,00%
T	<=2	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,19%
T	<=2	GASÓLEO	EURO I - 91/441/EEC	0,84%
T	<=2	GASÓLEO	EURO II - 94/12/EC	3,64%
T	<=2	GASÓLEO	EURO III - 98/69/EC S 2000	20,32%
T	<=2	GASÓLEO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	24,55%
T	>2	GASÓLEO	CONVENCIONAL	0,09%
T	>2	GASÓLEO	EURO I - 91/441/EEC	0,25%
T	>2	GASÓLEO	EURO II - 94/12/EC	0,61%
T	>2	GASÓLEO	EURO III - 98/69/EC S 2000	2,80%
T	>2	GASÓLEO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	4,39%
T	<1,4	GASOLINA	ECE 15/00-01	0,08%
T	<1,4	GASOLINA	ECE 15/02	0,07%
T	<1,4	GASOLINA	ECE 15/03	0,05%
T	<1,4	GASOLINA	ECE 15/04	0,47%
T	<1,4	GASOLINA	EURO I - 91/441/EEC	0,80%
T	<1,4	GASOLINA	EURO II - 94/12/EC	1,26%
T	<1,4	GASOLINA	EURO III - 98/69/EC S 2000	3,62%
T	<1,4	GASOLINA	EURO IV - 98/69/EC S 2005	2,51%
T	1,4 - 2	GASOLINA	ECE 15/00-01	0,01%
T	1,4 - 2	GASOLINA	ECE 15/02	0,02%
T	1,4 - 2	GASOLINA	ECE 15/03	0,02%
T	1,4 - 2	GASOLINA	ECE 15/04	0,75%
T	1,4 - 2	GASOLINA	EURO I - 91/441/EEC	1,40%
T	1,4 - 2	GASOLINA	EURO II - 94/12/EC	2,19%
T	1,4 - 2	GASOLINA	EURO III - 98/69/EC S 2000	5,32%
T	1,4 - 2	GASOLINA	EURO IV - 98/69/EC S 2005	3,51%
T	>2	GASOLINA	ECE 15/00-01	0,00%
T	>2	GASOLINA	ECE 15/02	0,00%
T	>2	GASOLINA	ECE 15/03	0,01%
T	>2	GASOLINA	ECE 15/04	0,23%
T	>2	GASOLINA	EURO I - 91/441/EEC	0,35%
T	>2	GASOLINA	EURO II - 94/12/EC	0,59%
T	>2	GASOLINA	EURO III - 98/69/EC S 2000	1,67%
T	>2	GASOLINA	EURO IV - 98/69/EC S 2005	1,32%
T	SOLAR	SOLAR	CONVENCIONAL	0,00%

Notas: Autobuses (A); Ciclomotores (C); Ligeros (L); Motocicletas (M); Pesados (P); Turismos (T).

Tomando como base el estudio citado, la participación de las diferentes clases de vehículos pesados en el transporte de mercancías, y los parques de vehículos registrados en la DGT en cada uno de los años de esta edición del inventario, se han construido los parques circulantes interurbano, rural y urbano para cada una de las unidades territoriales de base de los inventarios; más específicamente:

I) Parques circulantes interurbano y rural:

La estructura de recorridos de los vehículos pesados según clases: articulados y rígidos, peso máximo autorizado, edad y nivel de carga ha sido obtenida a partir de la información proporcionada por la Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera (EPTMC), completándose ésta, para los vehículos pertenecientes a estratos inferiores de tonelaje (no incluidos o deficientemente representados en la EPTMC), con la información del parque registrado de vehículos. El *vehículo pesado tipo* finalmente determinado se presenta en la tabla 3.7.6 siguiente:

Tabla 3.7.6.- Vehículo pesado tipo

Categoría	Combustible	Normativa	Clase	%
Pesado	Gasóleo	CONVENCIONAL	14 - 32	22,24%
Pesado	Gasóleo	CONVENCIONAL	>32	15,80%
Pesado	Gasóleo	EURO I - 91/542/EEC S I	14 - 32	4,48%
Pesado	Gasóleo	EURO I - 91/542/EEC S I	>32	3,97%
Pesado	Gasóleo	EURO II - 91/542/EEC S II	14 - 32	8,21%
Pesado	Gasóleo	EURO II - 91/542/EEC S II	>32	13,37%
Pesado	Gasóleo	EURO III - COM(97) 627	14 - 32	7,05%
Pesado	Gasóleo	EURO III - COM(97) 627	>32	17,21%
Pesado	Gasóleo	EURO IV - COM(1998) 776	14 - 32	1,62%
Pesado	Gasóleo	EURO IV - COM(1998) 776	>32	5,73%
Pesado	Gasóleo	EURO V - COM(1998) 776	14 - 32	0,06%
Pesado	Gasóleo	EURO V - COM(1998) 776	>32	0,24%

En cuanto al resto de clases de vehículos se ha considerado representativa la distribución de recorridos por categorías de vehículos proporcionada en la información de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Las categorías vehículos de carga ligeros, motocicletas y autocares han sido desglosadas por combustibles, tamaños y edades según los resultados del estudio de Madrid corregidos de acuerdo con la estructura de los parques de vehículos provinciales en el caso de la circulación en pauta rural, y con la estructura del parque nacional de vehículos para la circulación en pauta interurbana.

En cuanto a los turismos, se ha aplicado el mismo procedimiento que el empleado para las otras categorías de vehículos ligeros con una corrección adicional en cuanto al desglose de recorridos por combustibles acorde con las exigencias de cierre del balance de consumos.

II) Parque circulante urbano:

La distribución de recorridos resultante del estudio de Madrid corregida según la estructura de los parques de vehículos provinciales ha sido considerada una mejor aproximación al parque circulante urbano que la aplicada en ediciones anteriores. El resumen de la misma a escala nacional puede verse en la tabla 3.7.7 siguiente:

Tabla 3.7.7.- Distribución del recorrido urbano

Año 1990

CATEGORIA	COMBUSTIBLE	CLASE	NORMATIVA	%
A	Gasóleo	AUTOCAR	CONVENCIONAL	0,88%
A	Gasóleo	URBANO	CONVENCIONAL	0,73%
TOTAL A	**Gasóleo**			**1,61%**
C	Gasolina	CICLOMOTOR	CONVENCIONAL	5,04%
L	Gasóleo	LIGERO	CONVENCIONAL	4,93%
L	Gasolina	LIGERO	CONVENCIONAL	0,52%
M	Gasolina	DOS TIEMPOS	CONVENCIONAL	2,68%
M	Gasolina	250 - 750	CONVENCIONAL	1,22%
M	Gasolina	50 - 250	CONVENCIONAL	2,33%
M	Gasolina	>750	CONVENCIONAL	0,53%
TOTAL M	**Gasolina**			**6,76%**
P	Gasóleo	14 - 32	CONVENCIONAL	1,14%
P	Gasóleo	>32	CONVENCIONAL	0,10%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	CONVENCIONAL	0,52%
P	Gasóleo	7,5 - 14	CONVENCIONAL	0,48%
TOTAL P	**Gasóleo**			**2,24%**
P	Gasolina	PESADO	CONVENCIONAL	0,01%
TOTAL P				**2,25%**
T	Gasóleo	<=2	CONVENCIONAL	14,19%
T	Gasóleo	>2	CONVENCIONAL	2,95%
TOTAL T	**Gasóleo**			**17,13%**
T	Gasolina	<1,4	ECE 15/00-01	3,84%
T	Gasolina	<1,4	ECE 15/02	2,94%
T	Gasolina	<1,4	ECE 15/03	9,28%
T	Gasolina	<1,4	ECE 15/04	17,22%
T	Gasolina	<1,4	PRE ECE	0,45%
T	Gasolina	1,4 - 2	ECE 15/00-01	1,01%
T	Gasolina	1,4 - 2	ECE 15/02	0,93%
T	Gasolina	1,4 - 2	ECE 15/03	3,05%
T	Gasolina	1,4 - 2	ECE 15/04	14,29%
T	Gasolina	1,4 - 2	PRE ECE	0,03%
T	Gasolina	>2	ECE 15/00-01	0,25%
T	Gasolina	>2	ECE 15/02	0,24%
T	Gasolina	>2	ECE 15/03	2,69%
T	Gasolina	>2	ECE 15/04	4,76%
T	Gasolina	>2	PRE ECE	0,00%
TOTAL T	**Gasolina**			**60,97%**
T	GLP	TURISMO	CONVENCIONAL	0,80%
TOTAL T				**78,90%**

Año 2008

CATEGORIA	COMBUSTIBLE	CLASE	NORMATIVA	%
A	Gasóleo	AUTOCAR	CONVENCIONAL	0,00%
A	Gasóleo	AUTOCAR	EURO I - 91/542/EEC S I	0,01%
A	Gasóleo	AUTOCAR	EURO II - 91/542/EEC S II	0,15%
A	Gasóleo	AUTOCAR	EURO III - COM(97) 627	0,24%
A	Gasóleo	AUTOCAR	EURO IV - COM(1998) 776	0,19%
A	Gasóleo	AUTOCAR	EURO V - COM(1998) 776	0,02%
A	Gasóleo	URBANO	CONVENCIONAL	0,00%
A	Gasóleo	URBANO	EURO I - 91/542/EEC S I	0,00%
A	Gasóleo	URBANO	EURO II - 91/542/EEC S II	0,14%
A	Gasóleo	URBANO	EURO III - COM(97) 627	0,27%
A	Gasóleo	URBANO	EURO IV - COM(1998) 776	0,08%
A	Gasóleo	URBANO	EURO V - COM(1998) 776	0,07%
TOTAL A	**Gasóleo**			**1,17%**
A	Gas Natural	AUTOCAR	EEV	0,00%
A	Gas Natural	AUTOCAR	EURO I - 91/542/EEC S I	0,01%
A	Gas Natural	AUTOCAR	EURO II - 91/542/EEC S II	0,02%
A	Gas Natural	AUTOCAR	EURO III - COM(97) 627	0,03%
TOTAL A	**Gas Natural**			**0,06%**
TOTAL A				**1,23%**

Tabla 3.7.7.- Distribución del recorrido urbano (Continuación)

Año 2008 (Continuación)

CATEGORIA	COMBUSTIBLE	CLASE	NORMATIVA	%
C	Gasolina	CICLOMOTOR	97/24/EC SII	3,76%
L	Gasóleo	LIGERO	CONVENCIONAL	0,12%
L	Gasóleo	LIGERO	EURO I - 93/59/EEC	0,18%
L	Gasóleo	LIGERO	EURO II - 96/69/EC	0,76%
L	Gasóleo	LIGERO	EURO III - 98/69/EC S 2000	3,18%
L	Gasóleo	LIGERO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	2,52%
TOTAL L	**Gasóleo**			**6,77%**
L	Gasolina	LIGERO	CONVENCIONAL	0,01%
L	Gasolina	LIGERO	EURO I - 93/59/EEC	0,00%
L	Gasolina	LIGERO	EURO II - 96/69/EC	0,02%
L	Gasolina	LIGERO	EURO III - 98/69/EC S 2000	0,05%
L	Gasolina	LIGERO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	0,02%
TOTAL L	**Gasolina**			**0,10%**
TOTAL L				**6,87%**
M	Gasolina	DOS TIEMPOS	CONVENCIONAL	0,10%
M	Gasolina	DOS TIEMPOS	2002/51/EC SI	0,84%
M	Gasolina	DOS TIEMPOS	2002/51/EC SII	1,30%
M	Gasolina	DOS TIEMPOS	97/24/EC	0,18%
M	Gasolina	250 - 750	CONVENCIONAL	0,10%
M	Gasolina	250 - 750	2002/51/EC SI	0,67%
M	Gasolina	250 - 750	2002/51/EC SII	1,04%
M	Gasolina	250 - 750	97/24/EC	0,14%
M	Gasolina	50 - 250	CONVENCIONAL	0,08%
M	Gasolina	50 - 250	2002/51/EC SI	0,74%
M	Gasolina	50 - 250	2002/51/EC SII	1,14%
M	Gasolina	50 - 250	97/24/EC	0,16%
M	Gasolina	>750	CONVENCIONAL	0,10%
M	Gasolina	>750	2002/51/EC SI	0,30%
M	Gasolina	>750	2002/51/EC SII	0,48%
M	Gasolina	>750	97/24/EC	0,09%
TOTAL M	**Gasolina**			**7,45%**
P	Gasóleo	14 - 32	CONVENCIONAL	0,02%
P	Gasóleo	14 - 32	EURO I - 91/542/EEC S I	0,01%
P	Gasóleo	14 - 32	EURO II - 91/542/EEC S II	0,05%
P	Gasóleo	14 - 32	EURO III - COM(97) 627	0,27%
P	Gasóleo	14 - 32	EURO IV - COM(1998) 776	0,19%
P	Gasóleo	14 - 32	EURO V - COM(1998) 776	0,02%
P	Gasóleo	>32	CONVENCIONAL	0,00%
P	Gasóleo	>32	EURO I - 91/542/EEC S I	0,00%
P	Gasóleo	>32	EURO II - 91/542/EEC S II	0,00%
P	Gasóleo	>32	EURO III - COM(97) 627	0,02%
P	Gasóleo	>32	EURO IV - COM(1998) 776	0,08%
P	Gasóleo	>32	EURO V - COM(1998) 776	0,00%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	CONVENCIONAL	0,01%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	EURO I - 91/542/EEC S I	0,00%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	EURO II - 91/542/EEC S II	0,02%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	EURO III - COM(97) 627	0,07%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	EURO IV - COM(1998) 776	0,06%
P	Gasóleo	3,5 - 7,5	EURO V - COM(1998) 776	0,02%
P	Gasóleo	7,5 - 14	CONVENCIONAL	0,04%
P	Gasóleo	7,5 - 14	EURO I - 91/542/EEC S I	0,01%
P	Gasóleo	7,5 - 14	EURO II - 91/542/EEC S II	0,06%
P	Gasóleo	7,5 - 14	EURO III - COM(97) 627	0,14%
P	Gasóleo	7,5 - 14	EURO IV - COM(1998) 776	0,08%
P	Gasóleo	7,5 - 14	EURO V - COM(1998) 776	0,01%
TOTAL P	**Gasóleo**			**1,21%**
P	Gasolina	PESADO	CONVENCIONAL	0,01%
TOTAL P				**1,22%**

Tabla 3.7.7.- Distribución del recorrido urbano (Continuación)

Año 2008 (Continuación)

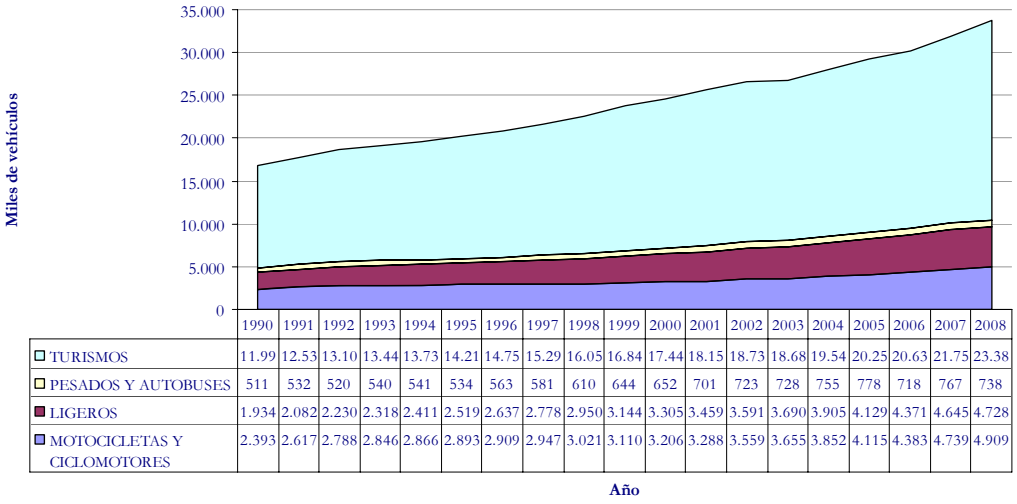
CATEGORIA	COMBUSTIBLE	CLASE	NORMATIVA	%
T	Gasóleo	<=2	CONVENCIONAL	0,17%
T	Gasóleo	<=2	EURO I - 91/441/EEC	0,75%
T	Gasóleo	<=2	EURO II - 94/12/EC	3,25%
T	Gasóleo	<=2	EURO III - 98/69/EC S 2000	18,16%
T	Gasóleo	<=2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	21,95%
T	Gasóleo	>2	CONVENCIONAL	0,08%
T	Gasóleo	>2	EURO I - 91/441/EEC	0,22%
T	Gasóleo	>2	EURO II - 94/12/EC	0,55%
T	Gasóleo	>2	EURO III - 98/69/EC S 2000	2,50%
T	Gasóleo	>2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	3,93%
TOTAL T	**Gasóleo**			**51,56%**
T	Gasolina	<1,4	ECE 15/04	0,72%
T	Gasolina	<1,4	EURO I - 91/441/EEC	0,85%
T	Gasolina	<1,4	EURO II - 94/12/EC	1,34%
T	Gasolina	<1,4	EURO III - 98/69/EC S 2000	3,85%
T	Gasolina	<1,4	EURO IV - 98/69/EC S 2005	2,67%
T	Gasolina	1,4 - 2	ECE 15/04	0,70%
T	Gasolina	1,4 - 2	EURO I - 91/441/EEC	1,49%
T	Gasolina	1,4 - 2	EURO II - 94/12/EC	2,33%
T	Gasolina	1,4 - 2	EURO III - 98/69/EC S 2000	5,65%
T	Gasolina	1,4 - 2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	3,73%
T	Gasolina	>2	ECE 15/04	0,20%
T	Gasolina	>2	EURO I - 91/441/EEC	0,38%
T	Gasolina	>2	EURO II - 94/12/EC	0,62%
T	Gasolina	>2	EURO III - 98/69/EC S 2000	1,78%
T	Gasolina	>2	EURO IV - 98/69/EC S 2005	1,41%
TOTAL T	**Gasolina**			**27,74%**
T	GLP	TURISMO	CONVENCIONAL	0,04%
T	GLP	TURISMO	EURO I - 91/441/EEC	0,03%
T	GLP	TURISMO	EURO II - 94/12/EC	0,02%
T	GLP	TURISMO	EURO III - 98/69/EC S 2000	0,04%
T	GLP	TURISMO	EURO IV - 98/69/EC S 2005	0,03%
TOTAL T	**GLP**			**0,17%**
TOTAL T				**79,47%**

Notas: Autobuses (A); Ciclomotores (C); Ligeros (L); Motocicletas (M); Pesados (P); Turismos (T).

Parque de vehículos de la DGT

El parque registrado de vehículos ha experimentado un crecimiento notable entre los años 1990 y 2008. Según se puede ver en la figura 3.7.2, ha crecido entre un 44% y un 144%, dependiendo de la categoría de vehículos considerada: motocicletas y ciclomotores 105%, vehículos de carga ligeros 144%, vehículos pesados 44% y turismos 95%.

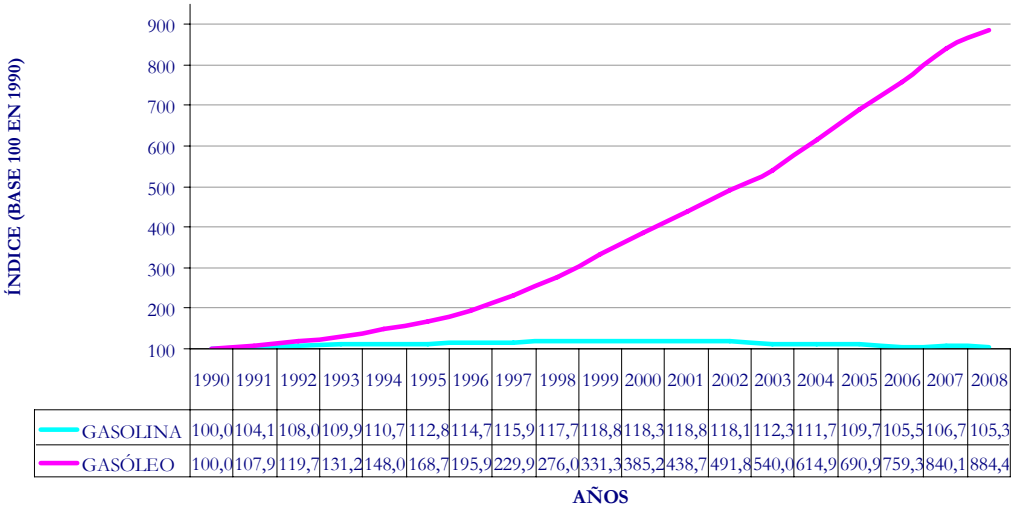
Figura 3.7.2.- Parque de vehículos



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
TURISMOS	11.99	12.53	13.10	13.44	13.73	14.21	14.75	15.29	16.05	16.84	17.44	18.15	18.73	18.68	19.54	20.25	20.63	21.75	23.38
PESADOS Y AUTOBUSES	511	532	520	540	541	534	563	581	610	644	652	701	723	728	755	778	718	767	738
LIGEROS	1.934	2.082	2.230	2.318	2.411	2.519	2.637	2.778	2.950	3.144	3.305	3.459	3.591	3.690	3.905	4.129	4.371	4.645	4.728
MOTOCICLETAS Y CICLOMOTORES	2.393	2.617	2.788	2.846	2.866	2.893	2.909	2.947	3.021	3.110	3.206	3.288	3.559	3.655	3.852	4.115	4.383	4.739	4.909

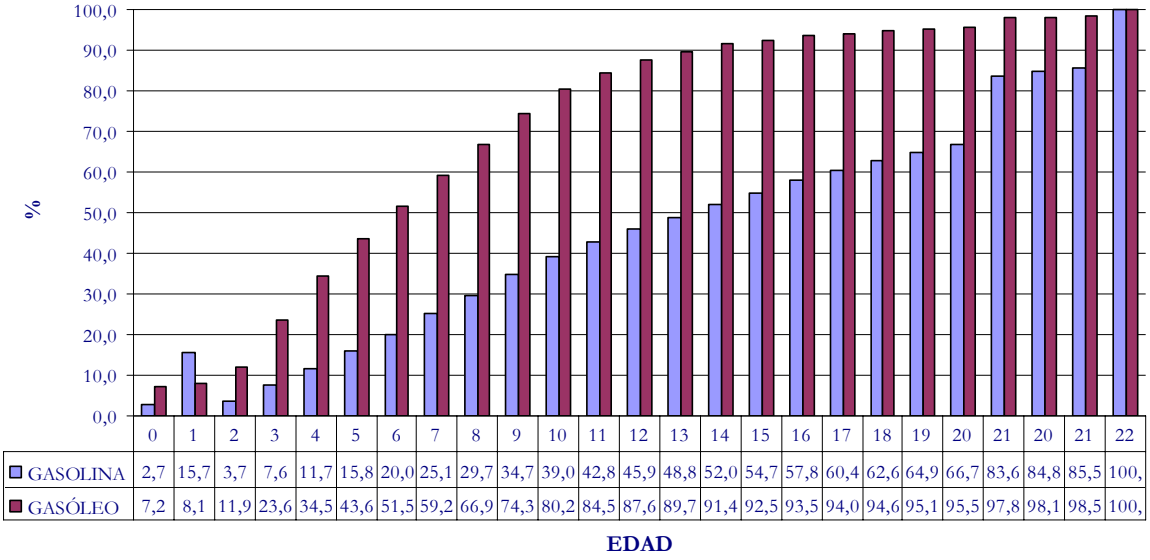
Atendiendo a la distribución por clase de combustible de los vehículos, en los turismos se manifiesta una gran disparidad en la evolución. El crecimiento de los turismos de gasolina, un 5%, no admite comparación con el habido en los de gasóleo, cercano al 884%. Esta disparidad se manifiesta, consecuentemente, en la distribución por edades del parque, dando lugar a una mayor juventud de los turismos de gasóleo comparados con los de gasolina (la mediana de la distribución muestral de la edad de los turismos de gasóleo se sitúa entre los 5 y 6 años, mientras que en los de gasolina supera los 13 años) lo que es claramente coherente con la tendencia a la sustitución progresiva de la gasolina por el gasóleo experimentada en los últimos años (tanto la evolución del total de turismos, como la distribución por edades del año 2008 y combustible pueden verse en las figuras 3.7.3 y 3.7.4 que siguen).

Figura 3.7.3.- Evolución de los turismos según clase de combustible utilizado



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
GASOLINA	100,0	104,1	108,0	109,9	110,7	112,8	114,7	115,9	117,7	118,8	118,3	118,8	118,1	112,3	111,7	109,7	105,5	106,7	105,3
GASÓLEO	100,0	107,9	119,7	131,2	148,0	168,7	195,9	229,9	276,0	331,3	385,2	438,7	491,8	540,0	614,9	690,9	759,3	840,1	884,4

Figura 3.7.4.- Antigüedad del parque de turismos del año 2008



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	20	21	22
GASOLINA	2,7	15,7	3,7	7,6	11,7	15,8	20,0	25,1	29,7	34,7	39,0	42,8	45,9	48,8	52,0	54,7	57,8	60,4	62,6	64,9	66,7	83,6	84,8	85,5	100,
GASÓLEO	7,2	8,1	11,9	23,6	34,5	43,6	51,5	59,2	66,9	74,3	80,2	84,5	87,6	89,7	91,4	92,5	93,5	94,0	94,6	95,1	95,5	97,8	98,1	98,5	100,

EDAD

Recorridos

Entre los años 1990 y 2008 se ha producido un crecimiento muy notable de los recorridos realizados en cualquiera de las tres pautas de conducción consideradas: interurbana, rural y urbana, pasando de un total de 182.414 millones de kilómetros en el año 1990 a 380.000 en el 2008, es decir, un incremento de aproximadamente el 108% en diecinueve años. Por categorías de vehículos el mayor incremento corresponde a los vehículos ligeros para transporte de mercancías, un 131%, seguidos de los turismos, con un 114%, y de los vehículos pesados para transporte de mercancías, con un 57% como puede verse en la figura 3.7.5 siguiente.

Figura 3.7.5.- Recorridos realizados por tipo de vehículo

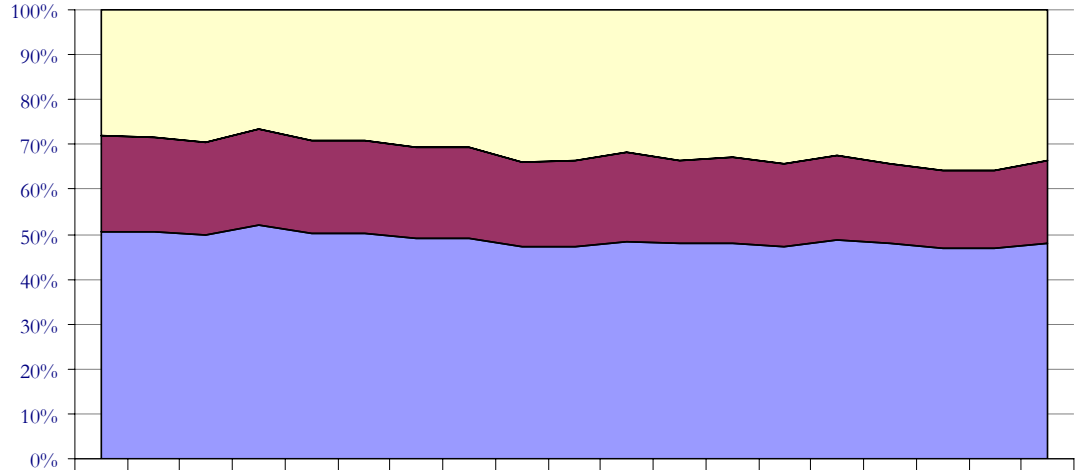
	Autocares	Ciclomotores	Ligeros	Motocicletas	Pesados	Turismos
RECORRIDOS 1990	2.357	2.580	12.910	4.659	20.627	139.281
RECORRIDOS 2008	3.670	4.823	29.852	11.349	32.294	298.012

CATEGORÍA DE VEHÍCULOS

Por lo que respecta a la distribución de los recorridos según pautas de conducción, puede decirse que se manifiesta una estabilidad a lo largo de los años, representando la pauta interurbana entre el 46,9% y el 52,0% del recorrido total, la pauta rural entre el 17,4% y el 21,3% y la urbana entre el 26,7% y el 35,8% a lo largo del periodo inventariado, mostrándose en los últimos años un crecimiento de la pauta urbana con un descenso correspondiente de las pautas interurbana y rural. Por lo que respecta a la distribución de los recorridos según categorías de vehículos, se aprecia que las principales categorías tienen un rango de variación reducido: los turismos oscilan entre el 77,6% del total en el año 1990 y el 75,9% en el 2008, mientras que los vehículos pesados, tanto de transporte de mercancías como de pasajeros, lo hacen entre el 12,6% de 1990 y el 9,0% del 2008. En la figura 3.7.6 que sigue pueden verse las representaciones de ambas distribuciones (los recorridos se expresan en millones de kilómetros).

Figura 3.7.6.- Distribución recorridos realizados

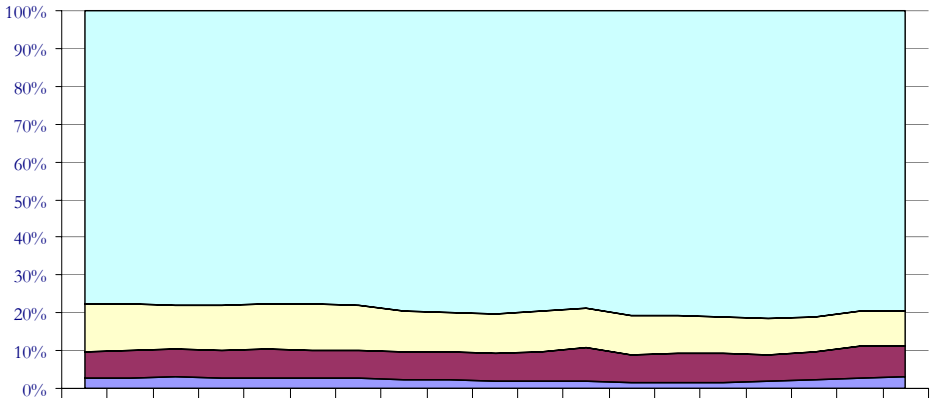
a) Según pautas de conducción



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
URBANO	51.165	54.880	61.382	55.643	64.932	67.081	75.571	79.231	96.918	102.12	98.847	109.80	111.79	122.77	117.17	127.43	137.96	143.03	128.14
RURAL	38.784	40.710	43.120	44.496	46.264	47.438	51.137	52.647	53.351	58.246	63.185	60.298	64.452	66.122	66.881	67.001	66.992	69.690	69.181
INTERURBANO	92.464	97.088	104.11	108.30	112.74	116.19	121.32	126.50	134.80	143.20	150.63	157.54	163.68	170.02	174.75	177.98	180.71	186.84	182.67

Figura 3.7.6.- Distribución recorridos realizados (Continuación)

b) Según tipo de vehículo



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
TURISMOS	138.87	146.19	159.16	159.03	170.51	175.49	188.95	201.30	222.81	238.38	244.58	253.26	268.81	284.09	284.17	297.04	306.84	311.89	297.80
PESADOS Y AUTOBUSES	22.610	23.416	23.781	24.365	26.128	27.319	29.468	26.717	28.727	30.808	32.930	33.659	34.449	35.418	34.331	34.904	35.117	36.455	35.171
LIGEROS	12.910	13.823	15.106	15.285	16.300	16.842	18.116	18.856	20.837	22.279	23.912	28.963	24.574	26.020	26.662	25.692	27.363	32.915	29.852
MOTOCICLETAS	4.613	5.316	6.088	5.581	6.283	6.124	6.131	5.943	6.309	5.757	5.386	5.605	5.367	6.082	5.934	7.283	9.121	10.976	11.349

Al realizar la comparación de las evoluciones de los recorridos totales y los consumos totales se puede observar la disminución paulatina del ratio de consumos/recorridos, lo cual es claramente explicable con la implantación de nuevas tecnologías con un requerimiento energético inferior. Esto se puede observar en la figura 3.7.7 y en la tabla 3.7.8.

Figura 3.7.7.- Evolución de recorridos y consumos

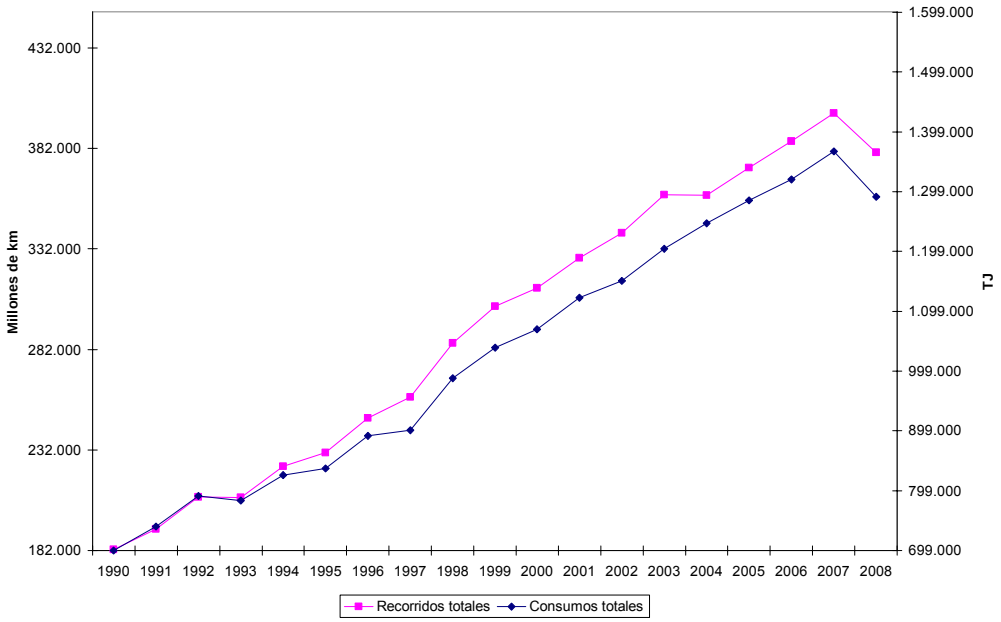


Tabla 3.7.8.- Ratio consumos/recorridos

Consumos (TJ)	Recorridos (10^6 km)	Ratio Consumos/Recorridos (TJ/10^6 km)	Índice año base 1990
699.046	182.414	3,83	100%
739.240	192.678	3,84	100%
789.850	208.614	3,79	99%
782.939	208.444	3,76	98%
825.429	223.943	3,69	96%
836.601	230.714	3,63	95%
891.105	248.031	3,59	94%
900.560	258.382	3,49	91%
987.465	285.074	3,46	90%
1.038.567	303.571	3,42	89%
1.069.140	312.668	3,42	89%
1.121.666	327.638	3,42	89%
1.149.798	339.931	3,38	88%
1.203.974	358.916	3,35	88%
1.246.249	358.808	3,47	91%
1.284.443	372.412	3,45	90%
1.319.659	385.667	3,42	89%
1.366.726	399.573	3,42	89%
1.290.863	380.000	3,40	89%

Factores de emisión

El cálculo de los factores de emisión y de las emisiones de CO_2, N_2O y CH_4 se ha basado en las publicaciones y documentos de los grupos de trabajo del proyecto CORINE AIRE, más específicamente, en la metodología expuesta en el informe técnico de la Agencia Europea de Medio Ambiente: *"COPERT IV Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport"*.

Los factores de emisión de CO_2 se han calculado a partir de las características de los combustibles (de su contenido de carbono) con el fin de obtener emisiones finales, es decir, bajo el supuesto de que en última instancia todo el contenido de carbono del carburante terminará combinándose con oxígeno para formar CO_2. La fórmula de cálculo empleada ha sido la siguiente:

$$E^{F}_{f,CO_2} = 44{,}011\frac{Q_f}{12{,}011+1{,}008r_{H/C}+16{,}000r_{O/C}}$$

donde:

E^{F}_{f,CO_2}

Son las emisiones finales de CO_2 producidas por el consumo del carburante f

Q_f

Es el consumo total del carburante f

$r_{H/C}$, $r_{O/C}$

Son la relación entre el número de átomos de hidrógeno y carbono en el carburante f y la relación entre el número de átomos de oxígeno y carbono en el carburante f. Estos datos se pueden ver en la tabla siguiente[24].

Combustible (f)	Formula química	$r_{H/C}$	$r_{O/C}$
Gasolina	$[CH_{1.8}]_X$	1,80	0,0
Gasóleo	$[CH_2]_X$	2,00	0,0
Etanol	C_2H_5OH	3,00	0,5
Gas Natural	CH_4(95%)*C_2H_6(5%)	3.90	0,0
	CH_4(85%)*C_2H_6(15%)	3,74	0,0
GLP A	C_3H_8 (50%)-C_4H_{10} (50%)	2,57	0,0
GLP B	C_3H_8 (85%)-C_4H_{10} (15%)	2,63	0,0

La aplicación de la fórmula anterior produce los siguientes factores de emisión de CO_2 por unidad de masa de cada una de las tres clases de carburante consideradas: gasolina (fracción fósil), 3,183, gasóleo (fracción fósil), 3,138 y gases licuados del petróleo, 3,023 (los tres expresados en kg de CO_2/kg de combustible)[25].

Dado que se ha contado con las características del gas natural a lo largo de los años de esta edición del inventario, y en particular con su contenido de carbono, el factor de emisión de CO_2 se ha calculado asumiendo, como se corresponde con la metodología IPCC, que la totalidad del carbono contenido en el combustible es emitido a la atmósfera en forma de CO_2. Los factores de emisión de cada año se presentan en la siguiente tabla 3.7.9, junto con los de gasóleo y gasolina, calculados teniendo en cuenta la mezcla de los combustibles fósiles con los biogénicos.

[24] La tabla corresponde a la tabla 5-1 del documento guía 'Copert IV' B710 en la página 33.

[25] La contribución de las fracciones renovables de la gasolina y del gasóleo se ha estimado de la siguiente manera: para la gasolina, basándose en la composición estequiométrica del etanol, que resulta en un 52,2% de masa de carbono a masa de etanol; y para el biodiésel, se ha tomado como tipo de éster metílico con ácido graso oleico la fórmula molecular C_{20} H_{37} O_4, de la que resulta un porcentaje del 70,4% en masa de carbono sobre masa del citado éster. El factor de emisión final de CO_2 resulta ser por tanto de 1,914 kg de CO_2/kg de combustible para el etanol, y de 2,581 kg de CO_2/kg de combustible para el biodiésel.

Tabla 3.7.9.- Factores de emisión implícitos por combustible y año (Cifras en kg de CO_2/kg de combustible)

Año	Gasóleo	Gasolina	Gas Natural
1990	3,138	3,183	
1991	3,138	3,183	
1992	3,138	3,183	
1993	3,138	3,183	
1994	3,138	3,183	
1995	3,138	3,183	
1996	3,138	3,183	
1997	3,138	3,183	2,699
1998	3,138	3,183	2,655
1999	3,138	3,183	2,653
2000	3,122	3,183	2,720
2001	3,123	3,183	2,725
2002	3,125	3,140	2,730
2003	3,121	3,122	2,729
2004	3,121	3,135	2,727
2005	3,115	3,108	2,749
2006	3,129	3,103	2,736
2007	3,099	3,101	2,738
2008	3,059	3,110	2,713

Por su parte, los factores de emisión de N_2O y de CH_4 por kilómetro recorrido han sido calculados como funciones de la clase de vehículos y de las velocidades representativas de las pautas de conducción y categorías de vehículos consideradas, es decir:

$$e_{i,j}^{T} = f_{i,j}(v)$$

donde:

$e_{i,j}^{T} = f_{i,j}(v)$

Es una función de la velocidad que devuelve la masa del contaminante j (N_2O ó CH_4) emitida por los vehículos de la clase i por unidad de longitud recorrida.

En el caso de los factores de emisión de N_2O de los vehículos de gasolina tiene influencia tanto la edad de los vehículos como el contenido de azufre de los combustibles. Como puede verse en las gráficas 3.7.8 en el año 2001 se produce una fuerte caída de los factores de emisión, especialmente en los de normativa EURO I. Esta caída obedece a dos causas: la primera es el salto que se produce en el factor de emisión base de la metodología COPERT IV cuando el contenido de azufre pasa de pertenecer al intervalo de los mayores de 350ppm (factor base de 48,9 mg/km) al intervalo que comprende las concentraciones entre 30ppm y 350ppm (factor base de 18,5 mg/km), la segunda es el paso de una concentración media de azufre en las gasolinas en el año 2000 de 456ppm a 249ppm en el año 2001 (ver tabla 3.7.10), caída en la concentración que obedece a los distintos contenidos de azufre de las gasolinas sin plomo (150ppm entre los años 2000 y 2004) y con plomo (1.300ppm), y al descenso progresivo del consumo de esta última hasta su desaparición en el año 2002. El efecto combinado de estas dos causas produce unos factores finales para los años 2000 y 2001 de 52 mg/km, y 19,7 mg/km respectivamente.

Tabla 3.7.10.- Contenido de azufre en las gasolinas (Cifras en ppm)

Año	Contenido de azufre (ppm)
1990	1.037
1991	1.033
1992	1.031
1993	1.013
1994	1.000
1995	976
1996	818
1997	780
1998	735
1999	694
2000	456
2001	249
2002	118
2003	118
2004	118
2005	39
2006	39
2007	39
2008	39

En la aplicación de la metodología se han considerado las velocidades presentadas en la tabla 3.7.11 siguiente.

Tabla 3.7.11.- Pautas de conducción

		Interurbana	Rural	Urbana
TURISMOS	Rango	80 - 130	40 – 80	10 - 40
	Representante	105	65	25
LIGEROS	Rango	80 - 130	40 – 80	10 - 40
	Representante	100	65	25
AUTOCARES	Rango	80 - 105	40 – 80	10 - 40
	Representante	95	60	25
MOTOCICLETAS	Rango	80 - 130	40 – 80	10 - 40
	Representante	105	65	25
CICLOMOTORES	Rango			10 - 40
	Representante			25

En la metodología COPERT IV, las funciones de emisión y consumo de combustibles de los vehículos pesados dependen del grado de carga del vehículo y de la pendiente de la carretera por la que circula. En el inventario no se ha contado con información suficiente sobre las características de la conducción de estos vehículos, a partir de la que asignar velocidades a las diferentes pautas de conducción, por lo que se ha optado por estimar las velocidades asumiendo que en el transporte de mercancías por carretera se intenta minimizar el tiempo empleado en los recorridos. En este sentido, se ha considerado que en pauta interurbana los vehículos circulan durante la mayor parte del recorrido al 90% del límite superior del intervalo de velocidades sobre el que está definida la función

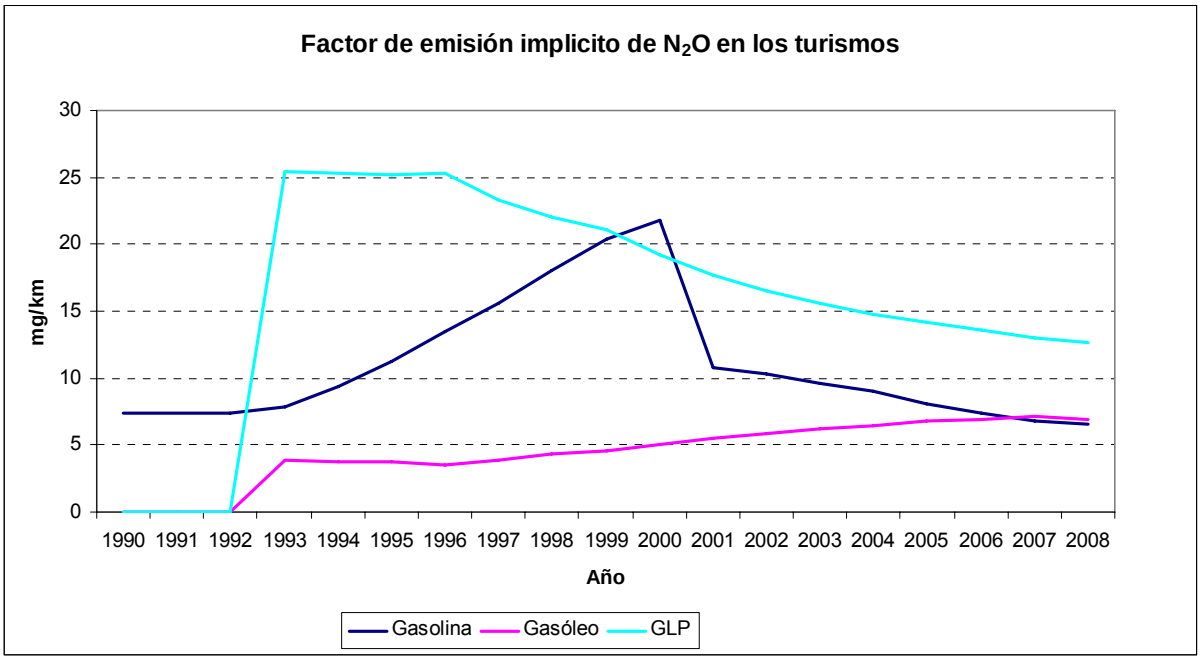
correspondiente de emisión o consumo, mientras que en pauta rural lo hacen al 70%. La tabla 3.7.12 presentada a continuación muestra, para cada año del inventario, las velocidades mínima, media y máxima de las aplicadas en cada pauta de conducción,

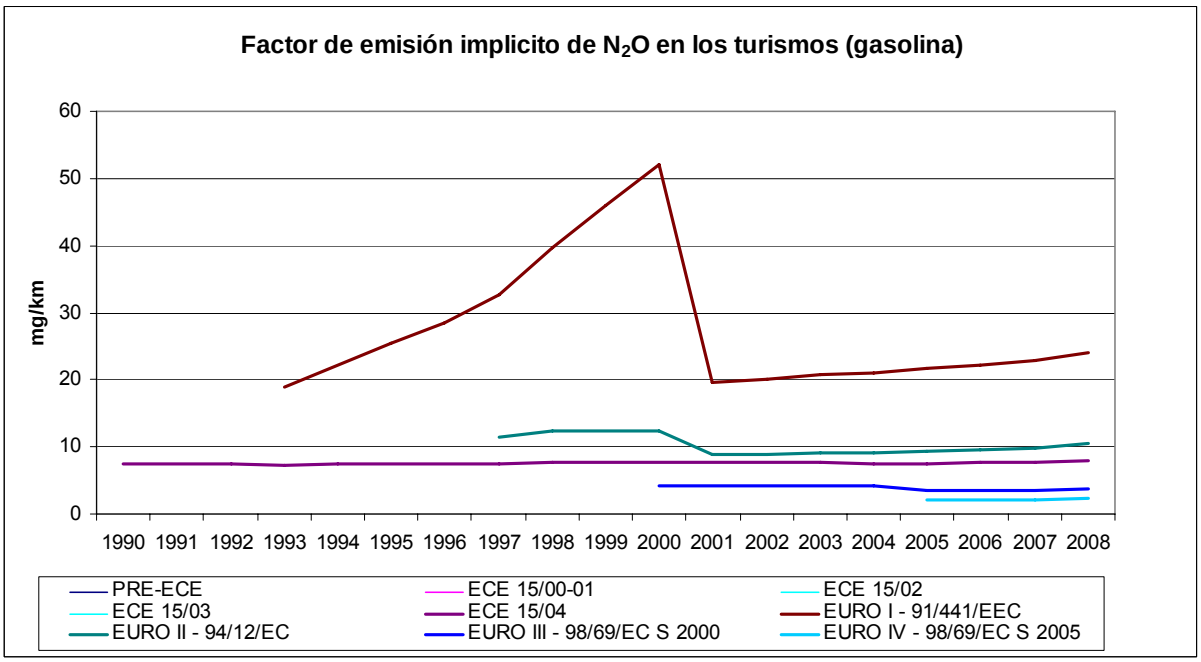
Tabla 3.7.12.- Intervalo y media de las velocidades de vehículos pesados

Año	Interurbano			Rural			Urbano
	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	
1990	69,4	74,6	77,3	54,0	58,0	60,1	20,0
1991	69,4	74,6	77,3	54,0	58,0	60,1	20,0
1992	69,4	74,5	77,3	54,0	58,0	60,1	20,0
1993	69,3	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
1994	69,4	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
1995	69,3	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
1996	69,3	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
1997	69,3	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
1998	69,4	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
1999	69,4	74,6	77,3	54,0	58,0	60,1	20,0
2000	69,3	74,6	77,3	53,9	58,0	60,1	20,0
2001	69,4	74,7	77,3	54,0	58,1	60,1	20,0
2002	69,4	74,6	77,3	54,0	58,0	60,1	20,0
2003	69,4	74,6	77,3	54,0	58,0	60,1	20,0
2004	68,4	74,6	77,3	53,2	58,1	60,1	20,0
2005	68,2	74,7	77,3	53,0	58,1	60,1	20,0
2006	68,4	74,6	77,3	53,2	58,0	60,1	20,0
2007	68,5	74,6	77,3	53,2	58,1	60,1	20,0
2008	68,2	74,7	77,3	53,1	58,1	60,1	20,0

En las figuras 3.7.8 que siguen se muestran las funciones de emisión de óxido nitroso y metano para las categorías principales de vehículos.

Figura 3.7.8.- Funciones de emisión de N_2O[26]





[26] Los factores de emisión de Gasóleo y GLP antes de la entrada de las tecnologías EURO es cero, por ese motivo el factor de emisión implícito es también cero. Por otro lado en los gráficos por tecnología, sólo se incluye el periodo en el que existen vehículos de dicha tecnología.

Figura 3.7.8.- Funciones de emisión de N_2O (Continuación)

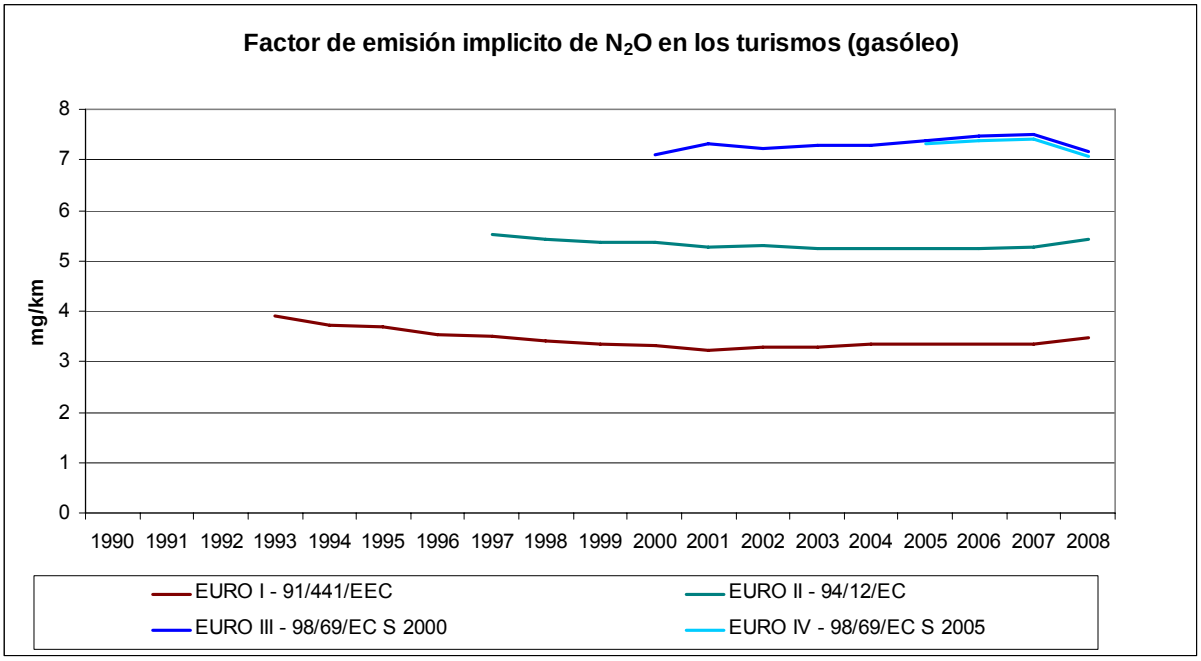


Figura 3.7.8.- Funciones de emisión de CH_4 (Continuación)

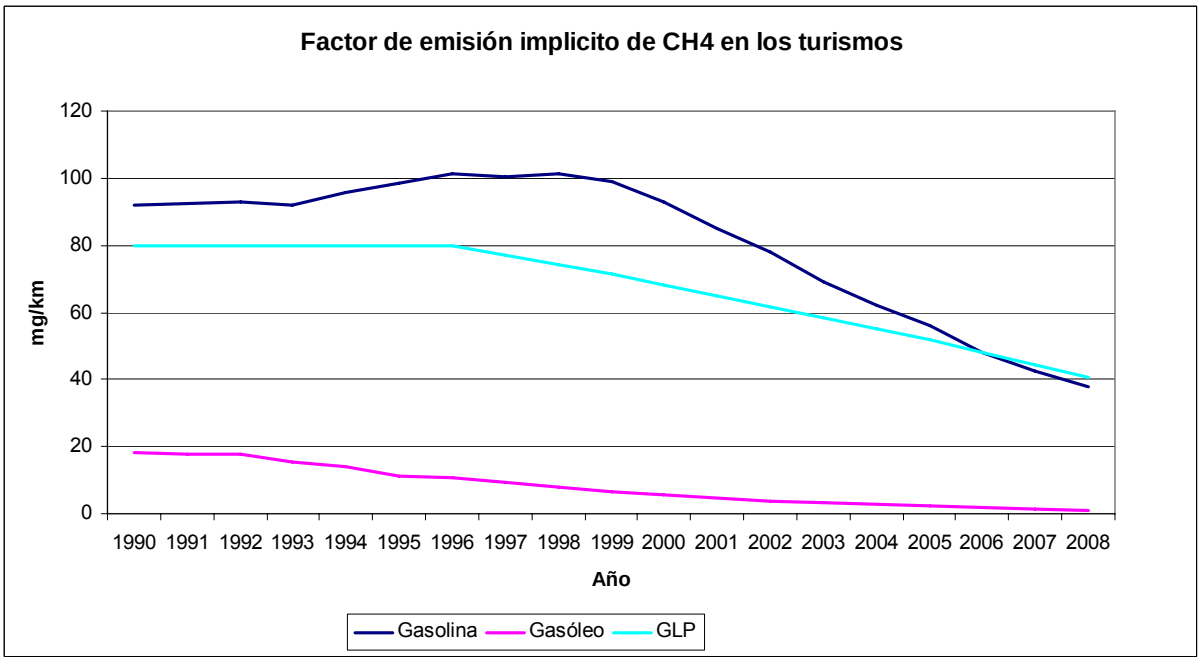
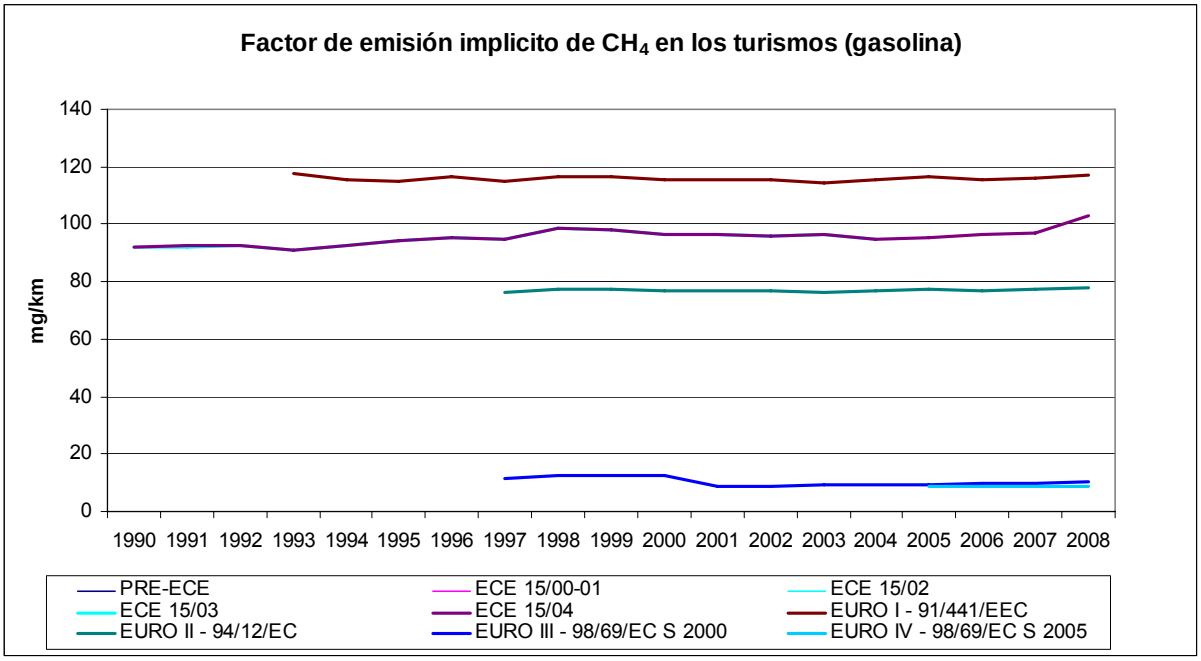
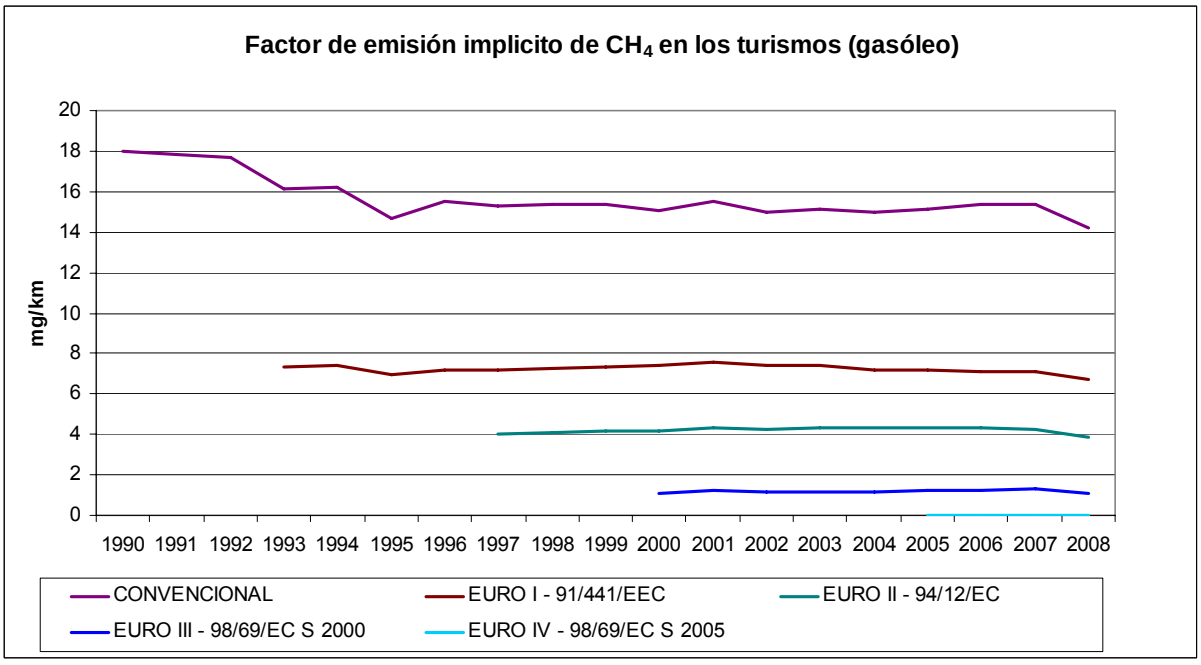


Figura 3.7.8.- Funciones de emisión de CH_4 (Continuación)





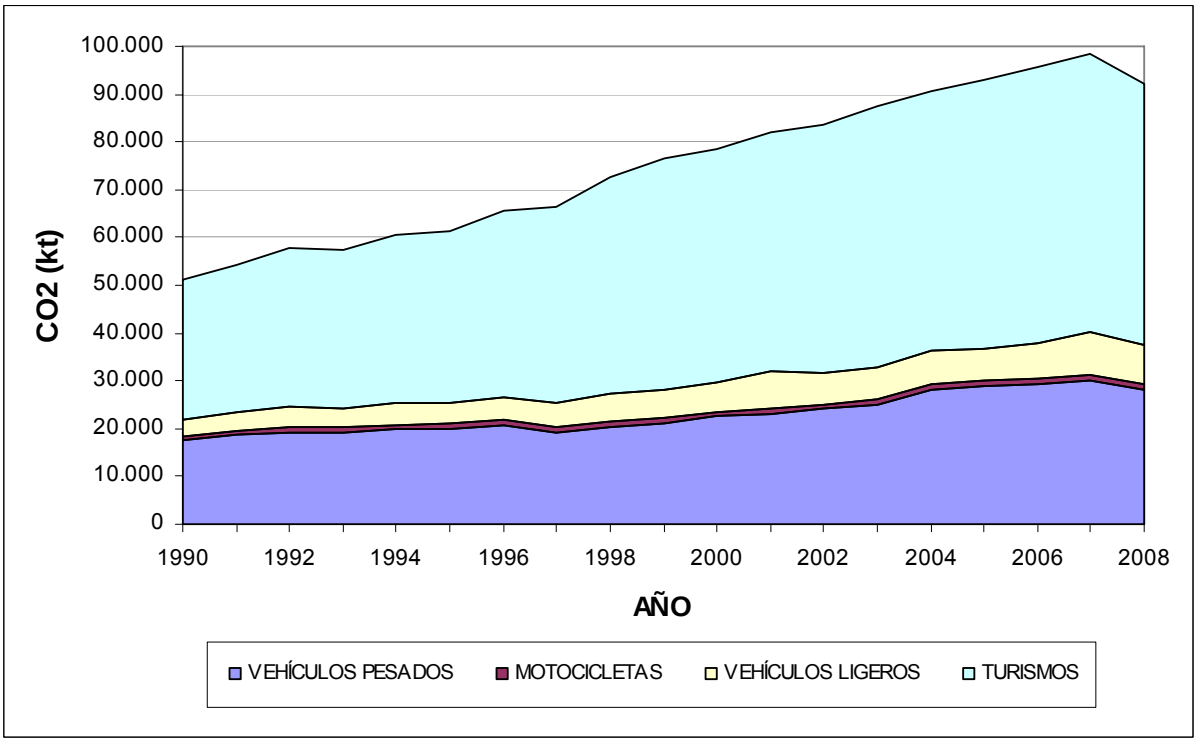
Emisiones

Las emisiones calculadas por aplicación de la metodología COPERT IV a las variables de actividad señaladas anteriormente (recorridos, consumos de carburante y parque de vehículos), se presentan, desglosadas por categoría de vehículos, en la tabla 3.7.13 y figura 3.7.9 siguientes.

Tabla 3.7.13.- Emisiones de CO_2-eq por categoría de vehículos (Gg)

AÑO	VEHÍCULOS PESADOS	MOTOCICLETAS	VEHÍCULOS LIGEROS	TURISMOS	TOTAL
1990	17.617	780	3.563	29.283	51.244
1991	18.671	894	3.826	30.790	54.180
1992	19.217	1.026	4.195	33.441	57.880
1993	19.205	932	4.222	33.027	57.386
1994	19.767	1.054	4.491	35.252	60.565
1995	19.902	1.038	4.620	35.875	61.436
1996	20.683	1.070	4.955	38.791	65.500
1997	19.212	1.053	5.118	40.867	66.249
1998	20.409	1.154	5.666	45.459	72.688
1999	21.155	1.092	6.020	48.260	76.527
2000	22.469	994	6.382	48.707	78.551
2001	23.197	1.032	7.718	49.915	81.862
2002	24.234	856	6.571	51.992	83.653
2003	25.066	946	6.956	54.457	87.425
2004	28.292	898	7.118	54.185	90.493
2005	28.928	969	6.898	56.220	93.015
2006	29.328	1.117	7.383	58.042	95.871
2007	30.074	1.273	8.745	58.522	98.615
2008	28.213	1.271	7.830	55.001	92.315

Figura 3.7.9.- Emisiones de CO_2-eq por categoría de vehículos (Gg)



3.7.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

En cuanto a la variable de actividad (consumos de combustibles: gasolina y diesel), la incertidumbre se estima en un 3% para la gasolina y en un 5% para el gasóleo de automoción, dada la especificidad del uso de la gasolina exclusivamente para el transporte por carretera, mientras que en el caso del diesel, de la cifra estadística de base debe descontarse la imputación a maquinaria móvil, para obtener el consumo efectivo asignado a esta actividad, lo que incide en elevar la incertidumbre asociada a este combustible.

En el cálculo de la incertidumbre de los factores de emisión de CO_2 se han combinado las contribuciones debidas al contenido de carbono de la fracción fósil del combustible y a la fracción de oxidación del carbono a CO_2, resultando unas incertidumbres del 2,1% para la gasolina y del 2,2% para el gasóleo de automoción. La fracción biogénica del combustible, que todavía es muy reducida respecto al consumo total del combustible, no computa en el cálculo de emisiones de CO_2.

Por lo que respecta al N_2O, la incertidumbre de la variable de actividad (recorridos por clase de vehículo y velocidad representativa) se estima en torno al 10%, y la correspondiente a los factores de emisión se estima en un 50%.

En cuanto al CH_4, la incertidumbre de la variable de actividad (recorridos por clase de vehículo y velocidad representativa) se estima en torno al 10%, y la correspondiente a los factores de emisión se estima en un 40%.

En cuanto a la homogeneidad de la serie temporal, se considera que el grado de coherencia es alto, tanto en lo referente a la información de base (consumo de combustibles y recorridos por categoría de vehículo según pauta de velocidad) como en la representatividad de los factores de emisión que recogen la penetración de las tecnologías que incorporan las sucesivas series de vehículos del parque.

3.7.4.- Control de calidad y verificación

Como tarea de control de calidad en esta categoría se realiza una contrastación con la fuente original de los recorridos en determinadas provincias para el tráfico en las carreteras de diversa competencia administrativa (carreteras estatales, autonómicas y provinciales).

En la estimación de los recorridos de los vehículos pesados de carga se ha contrastado la información de la EPTMC (Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera) con los datos facilitados por la DGT, integrando ambas informaciones para la realización de este inventario.

3.7.5.- Realización de nuevos cálculos

Los principales cambios efectuados han sido la implantación de COPERT IV y la utilización del informe Parque Circulante. Además, se ha incorporado al inventario el consumo de gas natural como combustible utilizado en el transporte por carretera.

En términos de CO_2-eq, las modificaciones realizadas suponen variaciones descendentes en todos los años, comenzando con una diferencia de 116 kt, lo que supone una variación -0,23% en el año 1990, y acabando con 2.249 kt de diferencia y un -2,23% de variación en el año 2007.

En la figura 3.7.10 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO_2 entre los resultados de la edición actual con los resultados de la edición anterior, mientras que en la figura 3.7.11 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario.

Figura 3.7.10.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

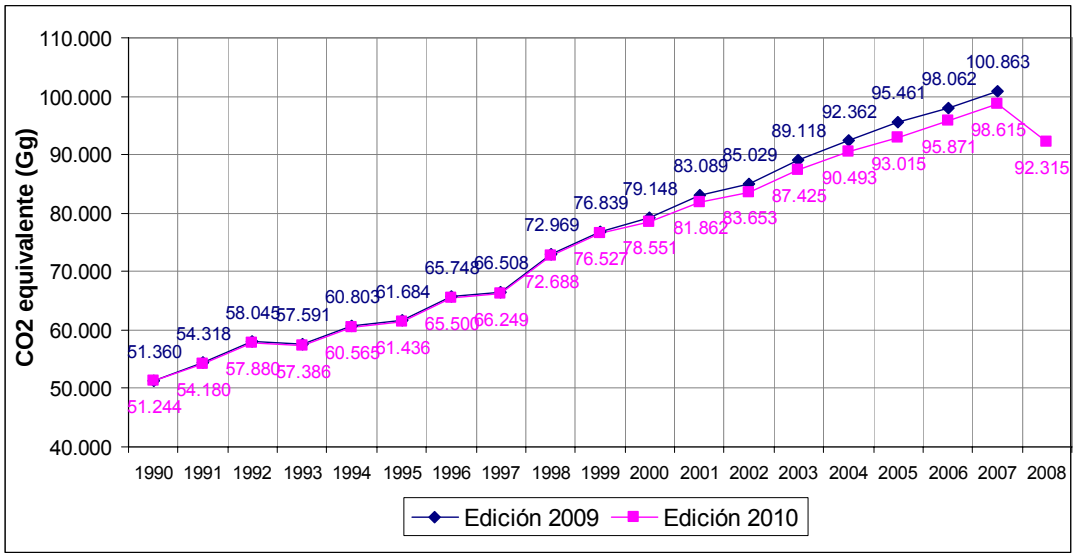
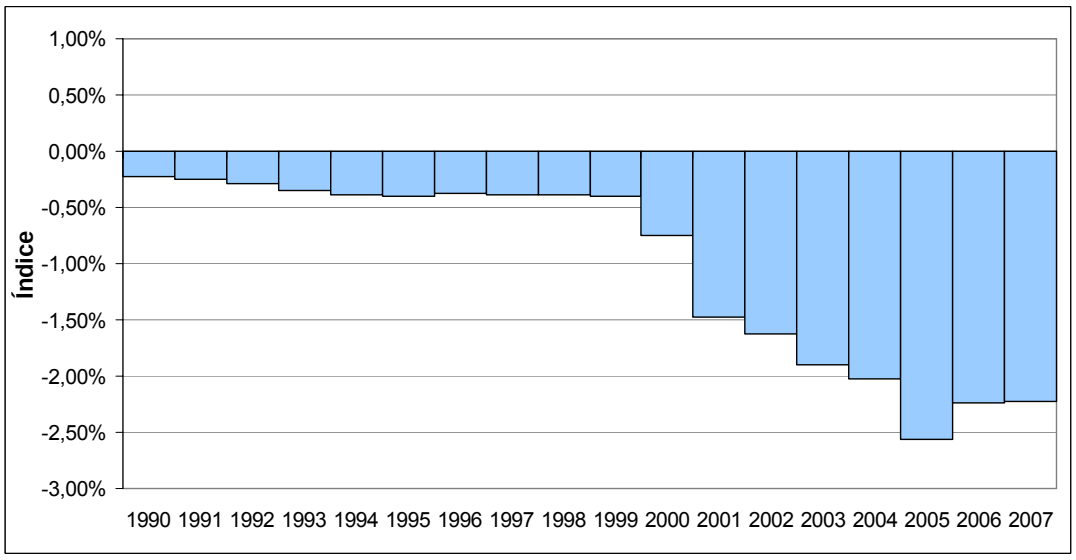


Figura 3.7.11.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



3.7.6.- Planes de mejora

De cara al futuro, y partiendo de la metodología COPERT IV ya implantada en esta edición del inventario, se propone avanzar en los siguientes aspectos: i) ampliación de la información de base para la estimación del parque circulante; y ii) ampliación de la información de base sobre el desglose territorial del consumo de combustibles y el balance de dicho consumo con las cifras de ventas por unidades territoriales: península, Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla.

3.8.- Tráfico marítimo nacional (1A3d)

3.8.1.- Descripción de la actividad

En esta categoría se recogen las emisiones procedentes del tráfico marítimo mercante en trayectos cuyos puertos de origen y destino sean españoles, con independencia de que la bandera del buque o la nacionalidad de la compañía armadora sean nacional o extranjera. No se incluyen aquí las emisiones procedentes de la pesca marítima, las cuales quedan recogidas en la actividad 1A4c.

En la tabla 3.8.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible, siendo entre esos gases el CO_2 el gas que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 3.8.2 se presenta la información anterior expresando el conjunto de las emisiones de los tres gases en términos de CO_2-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO_2-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía.

Tabla 3.8.1.- Emisiones *(Cifras en Gg)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2								
Fuelóleo	1.234	1.259	1.200	1.693	1.768	1.944	2.294	2.335
Gasóleo	266	307	611	726	745	819	966	984
Total	**1.500**	**1.565**	**1.811**	**2.419**	**2.513**	**2.763**	**3.260**	**3.319**
CH_4								
Fuelóleo	0,07	0,07	0,07	0,10	0,10	0,11	0,13	0,13
Gasóleo	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Total	**0,08**	**0,08**	**0,09**	**0,12**	**0,12**	**0,14**	**0,16**	**0,16**
N_2O								
Fuelóleo	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
Gasóleo	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Total	**0,04**	**0,04**	**0,05**	**0,06**	**0,06**	**0,07**	**0,08**	**0,09**

Tabla 3.8.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	1.513	1.580	1.827	2.440	2.536	2.788	3.290	3.349
Índice CO_2-eq	100,0	104,4	120,7	161,3	167,6	184,2	217,4	221,3
% CO_2-eq sobre total inventario	0,53	0,50	0,48	0,58	0,58	0,65	0,75	0,83
% CO_2-eq sobre energía	0,71	0,66	0,63	0,74	0,73	0,83	0,95	1,05

Con relación a los condicionantes de la evolución de las emisiones estimadas para esta categoría, el factor determinante ha sido la propia variable de actividad, cuya referencia final es el consumo de combustibles, el cual muestra una tendencia general creciente. El tráfico portuario de buques, pasajeros y mercancías ha experimentado una pauta general de crecimiento, impulsado fundamentalmente por el aumento de actividad, en términos de número de buques y volumen de mercancías, en los puertos de los territorios extrapeninsulares (Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla).

3.8.2.- Metodología

Las emisiones en esta categoría se han estimado con un enfoque metodológico de nivel 1 propuesto por IPCC[27]. En la selección del método se han seguido los criterios expuestos en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, figura 2.6, según los cuales la falta de disponibilidad de información de consumo por tipo de motor (y modo de operación) determina la elección del nivel en cuestión.

Para estimar el consumo de combustibles realizado en esta actividad se han utilizado los balances energéticos nacionales[28] y la información facilitada por la Asociación de Navieros Españoles (ANAVE). En función de la disponibilidad de información de ANAVE deben distinguirse los siguientes sub-periodos en cuanto al tratamiento de la información:

- la información de base para el periodo 1993-2002 registra el consumo declarado por la flota propiedad de las compañías integradas en ANAVE con independencia del trayecto (tráfico nacional e internacional). Los datos referentes a ANAVE se derivan de la explotación estadística desarrollada a partir de la encuesta cursada por la entidad Puertos del Estado a las compañías navieras asociadas en ANAVE;

- la sub-serie anterior fue completada y extendida a los años precedentes (1990-1992) proyectando los datos disponibles de consumos;

- para los años 2002 a 2004, al no estar disponible la citada encuesta, la información agregada por tipo de combustible fue proporcionada directamente por ANAVE; y

- a partir de 2005, al no estar disponible la información anteriormente proporcionada por ANAVE, se han estimado los consumos de combustibles a partir de un factor de consumo medio por unidad TRB (Toneladas de Registro Bruto). El factor de consumo se ha derivado de la serie de consumo energético para esta actividad y de la información publicada en el Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento relativa a los arqueos de los buques mercantes en cabotaje[29].

---

[27] "IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories", apartado 2.4.

[28] Véase la publicación "Energy Statistics of OECD Countries" de la AIE.

[29] Por un cambio en los contenidos de la publicación de referencia no se ha dispuesto de la información para el año 2008 correspondiente a los arqueos de los buques mercantes en cabotaje. Para solventar esta carencia se ha optado por estimar el consumo energético de esta

En cuanto al desglose por tipo de combustible se ha procedido, por sub-periodos, como se indica a continuación:

- En el periodo 1990-2004, se ha tomado como referencia para el gasóleo la cifra de consumo facilitada por ANAVE, y sobre ella se ha imputado, siguiendo las estimaciones de expertos de ANAVE, que un 70% es lo que corresponde a consumo de tráfico nacional (el restante 30% se estima por los técnicos de ANAVE que es consumo correspondiente a tráfico internacional); y ,por lo que respecta al consumo de fuelóleo, se ha tomado el mayor entre los valores de los balances energéticos y el 65% del consumo de ANAVE (el porcentaje correspondiente al tráfico nacional estimado por los expertos de ANAVE). Esta solución es evidentemente un compromiso entre las dos fuentes de referencia. [30] [31]

- A partir de 2005 el desglose por tipo de combustible se ha estimado aplicando una contribución media de gasóleo y de fuelóleo sobre la energía total calculada según el reparto en años precedentes.

En la tabla 3.8.3 se presentan los consumos de combustibles estimados para esta actividad expresados en términos de energía (TJ de poder calorífico inferior).

Tabla 3.8.3.- Consumo de combustibles *(Cifras en TJ_{PCI})*

Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Fuelóleo	16.072	16.393	15.628	22.048	23.033	25.323	29.879	30.416
Gasóleo	3.659	4.223	8.413	9.992	10.256	11.276	13.304	13.543
Total	**19.731**	**20.617**	**24.041**	**32.040**	**33.289**	**36.599**	**43.183**	**43.960**

En el examen de la figura 3.8.1, donde se representa el consumo total a lo largo del periodo inventariado, cabe comentar el descenso de consumo en el tráfico marítimo nacional desde 1994 hasta el año 1998 que, en parte, pudiera estar explicado, más allá de la influencia de la recesión económica iniciada en los primeros años 90, por la integración de dos fuentes de información distintas y que actualmente está siendo investigado por si en

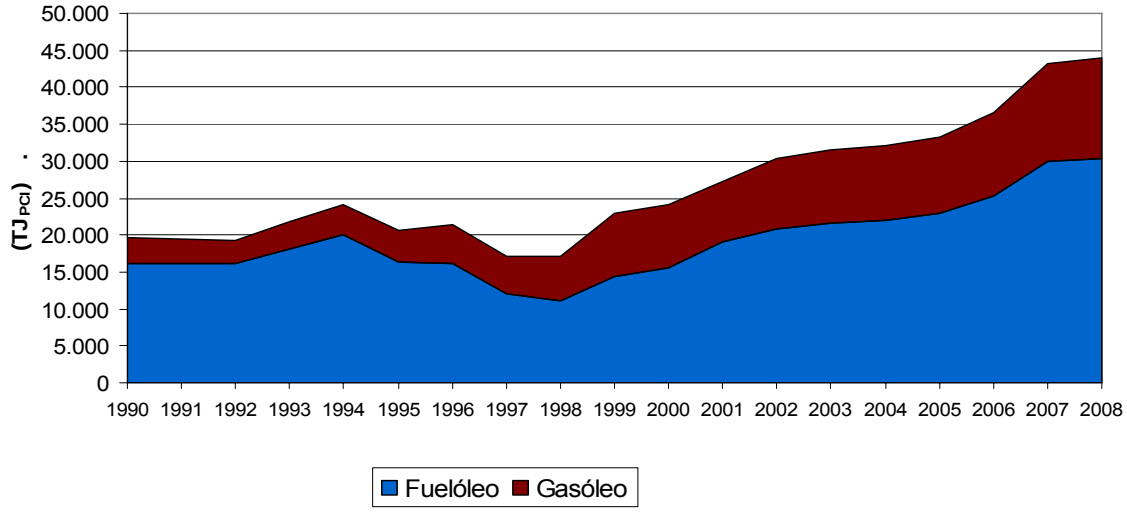
actividad para 2008 a partir de la variación anual en los arqueos totales (cabotaje y tráfico internacional) reportada por el Ministerio de Fomento.

[30] En contactos mantenidos en ediciones pasadas con un experto del sector se concluyó que el tráfico marítimo nacional era realizado exclusivamente por buques de compañías integradas en ANAVE. En consecuencia, la estimación del consumo por tráfico nacional derivada de los datos de ANAVE (descontando la fracción del consumo con que opera la flota de ANAVE en el segmento internacional mediante factores de ajuste - 0,7 para gasóleo y 0,65 para fuelóleo) sería comparable con las cifras presentadas por la Agencia Internacional de la Energía por tipo de combustible.

[31] Cabe mencionar que el consumo asignado a los buques de ANAVE en tráfico internacional (estimado como el 30% de la cantidad de gasóleo consumida por la flota de ANAVE y el 35% del fuelóleo total consumido por ANAVE) representa sólo una fracción del consumo total para navegación internacional (reportado en el balance energético AIE dentro de la partida denominada "Búnkeres marinos internacionales"). Por tal motivo, para la estimación del tráfico marítimo internacional se ha tomado directamente la información publicada en los balances energéticos de la AIE.

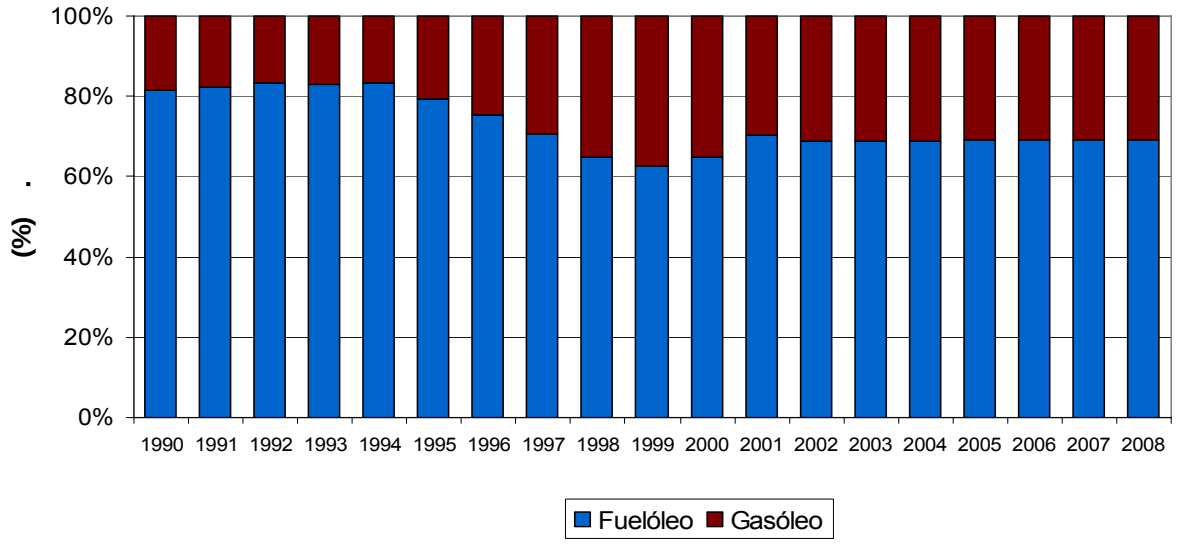
dicha pauta incidiera de manera espuria ese procedimiento de integración de información de fuentes dispares. Un análisis diferenciado por tipo de combustible identifica a la flota de fuelóleo como componente determinante del perfil en estos años centrales.

Figura 3.8.1.- Consumo de combustibles en tráfico marítimo nacional



Por lo que respecta a la estructura energética, tal y como se refleja en la figura 3.8.2, el fuelóleo constituye la principal fuente energética del sector, superior al 60% de la energía total consumida, si bien ha experimentado una gradual pérdida de representación con respecto a 1990 debido al aumento del uso de gasóleo en esta actividad. La citada depresión en el perfil del consumo de fuelóleo se traslada a las cuotas de participación de este combustible, que presentan en el periodo 1995-2000 los porcentajes más bajos de contribución.

Figura 3.8.2.- Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}



Para la estimación de las emisiones de CO_2 se ha utilizado un factor de emisión derivado del contenido de carbono del combustible; para las emisiones de CH_4 se ha asumido que representan un 5% del total de emisiones de COV; y para el N_2O se han tomado factores seleccionados de EMEP/CORINAIR. Para el NO_X, COVNM y CO se ha utilizado la información del estudio *"Marine Exhaust Emissions Research Programme"* de Lloyds Register, mientras que para el SO_2 los factores de emisión, variables por años, se han derivado por balance de masas en función del contenido de azufre de los combustibles. En la tabla 3.8.4 se muestran los factores de emisión utilizados para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Tabla 3.8.4.- Factores de emisión

	CO_2 (t/t)	CH_4 (kg/t)	N_2O (kg/t)
Fuelóleo	3,085	0,175	0,08
Gasóleo	3,138	0,095	0,08

3.8.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre asociada a la variable se ha estimado en torno al 75% para los últimos años del periodo. Para su determinación, se ha evaluado la diferencia porcentual observada entre los consumos de fuelóleo en navegación declarados en los balances energéticos de la AIE y las cantidades estimadas a partir de la información facilitada por ANAVE. Se ha eliminado del cómputo la diferencia en las cifras de gasóleo presentadas por ambas fuentes por considerar que el balance de la AIE ha sobreestimado los consumos de navegación, contabilizando adicionalmente la partida de gasóleo consumida en pesca marítima.

La incertidumbre del factor de dióxido de carbono está derivada de las incertidumbres asociadas al contenido de carbono de los combustibles empleados y al factor de oxidación, obteniéndose como resultado una incertidumbre del 2,7%.

Por lo que respecta a la homogeneidad temporal, cabe señalar que la información sobre consumos de combustibles facilitada por ANAVE se obtenía hasta el año 2002 mediante recogida de información para cada buque de la asociación naviera, mientras que a partir del año 2003 la estimación ha tenido que realizarse mediante extrapolación al haberse producido una discontinuidad en el anterior sistema de recogida de información. Por otra parte es importante reseñar que el procedimiento de estimación de los consumos de fuelóleo y gasóleo se realiza por combinación de dos fuentes y, aunque se considera un procedimiento razonable, sería deseable asegurar un procedimiento contrastado de recogida directa de la información, para lo cual se está contactando con las entidades relevantes implicadas en el tráfico marítimo.

3.8.4.- Control de calidad y verificación

Ante las dificultades de armonizar las dos fuentes de información citadas con evoluciones dispares, hubo de adoptarse el procedimiento de estimación combinada que más arriba se ha descrito para los combustibles utilizados. Si bien este procedimiento no constituye estrictamente un control de calidad, se considera que produce unos resultados más razonables que los que se obtendrían del uso de cualquiera de las dos fuentes por separado. En relación con lo comentado en las últimas líneas del párrafo anterior, se dará prioridad al control y verificación de los datos de base en coordinación con las entidades relevantes implicadas en el tráfico marítimo.

3.8.5.- Realización de nuevos cálculos

En la edición actual del inventario no se han realizado modificaciones metodológicas o actualizaciones en la información de base que afecten a las emisiones de gases de efecto invernadero estimadas en la edición pasada.

3.8.6.- Planes de mejora

Reconocida la incertidumbre actualmente asociada al consumo de combustibles, gasóleo y fuelóleo, se está promoviendo un proyecto de colaboración tanto con la Dirección General de Marina Mercante, con el ente de Puertos del Estado como con ANAVE, para acceder y poder procesar la información correspondiente al consumo de combustibles en el tráfico marítimo nacional, e incluso a las rutas marítimas seguidas por el mismo. En los contactos mantenidos hasta el momento con las distintas entidades, la Dirección General de Marina Mercante ha proporcionado documentación acerca de la información disponible en formato electrónico, que está siendo analizada para desarrollar una metodología que permita la reducción de la incertidumbre y el aseguramiento de la coherencia temporal de la serie, solventando así las limitaciones de información especialmente de los primeros años del periodo inventariado.

3.9.- Combustión en otros sectores (1A4)

3.9.1.- Descripción de la actividad

Esta categoría 1A4 recoge las emisiones generadas en las actividades de combustión de los sectores no industriales, entre los que se incluyen los sectores comercial, institucional, residencial, así como la combustión en la agricultura, silvicultura y pesca.

En la tabla 3.9.1 se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible, siendo el CO_2, para las tres grandes clases de combustibles fósiles (sólidos, líquidos y gaseosos), y, para el consumo agregado, el CH_4 y el N_2O,los gases que confieren a esta fuente su naturaleza de clave (véase el epígrafe **3.1** de este capítulo). En la tabla 3.9.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO_2-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (1990 como año de referencia) de las emisiones de CO_2-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector energía.

La evolución de las emisiones muestra una elevada similitud con el consumo total de combustible, expresado en términos de energía. Con carácter general, los desarrollos económico y poblacional experimentados a lo largo del periodo inventariado son los responsables principales de la pauta ascendente en los requerimientos energéticos de esta categoría, mostrándose oscilaciones puntuales a la tendencia general en años con una climatología más acusada. En concreto, y con respecto al último año cubierto por el inventario, las condiciones climáticas ligeramente más severas, parcialmente contrarrestadas por una ralentización de la actividad económica, han condicionado un ligero aumento de la demanda energética respecto al año anterior, registrándose crecimientos en los niveles de gas natural consumidos por esta categoría y un descenso del consumo de los productos petrolíferos, electricidad o derivados del carbón.

Tabla 3.9.1.- Emisiones (Cifras en Gg)

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2								
Líquidos	21.685	23.916	26.119	27.761	27.368	25.369	24.780	24.708
Sólidos	2.282	1.440	545	544	552	545	553	557
Gaseosos	1.319	2.985	6.375	9.966	10.954	10.553	11.467	11.913
Biomasa	10.096	9.391	9.220	9.204	9.204	9.204	9.227	9.206
Total	**25.286**	**28.340**	**33.039**	**38.272**	**38.874**	**36.468**	**36.801**	**37.178**
CH_4								
Líquidos	1,03	1,21	1,25	1,35	1,32	1,23	1,18	1,17
Sólidos	7,49	5,75	1,60	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
Gaseosos	0,06	0,19	0,60	1,42	1,71	1,90	2,01	1,91
Biomasa	30,44	27,75	27,30	27,30	27,30	27,30	27,30	27,30
Total	**39,02**	**34,89**	**30,75**	**32,12**	**32,39**	**32,48**	**32,54**	**32,44**
N_2O								
Líquidos	0,55	0,57	0,59	0,60	0,59	0,56	0,55	0,55
Sólidos	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Gaseosos	0,02	0,05	0,10	0,16	0,18	0,17	0,19	0,20
Biomasa	0,34	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Total	**0,97**	**0,97**	**1,03**	**1,09**	**1,10**	**1,06**	**1,07**	**1,08**

Tabla 3.9.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	26.405	29.373	34.003	39.285	39.895	37.479	37.816	38.193
Índice CO_2-eq	100,0	111,2	128,8	148,8	151,1	141,9	143,2	144,6
% CO_2-eq sobre total inventario	9,26	9,33	8,93	9,34	9,17	8,77	8,62	9,41
% CO_2-eq sobre energía	12,44	12,23	11,78	11,89	11,55	11,17	10,95	12,00

Dada la significación en la estructura socioeconómica de los sectores que componen esta categoría (1A4a Comercial e Institucional, 1A4b Residencial y 1A4c Agricultura, Silvicultura y Pesca), se proporciona información diferenciada por sector. Adoptando este principio, se presentan en la tabla 3.9.3 las emisiones por agregados de combustibles (líquidos, sólidos, gaseosos y biomasa) correspondientes a cada sector de esta categoría.

Tabla 3.9.3.- Emisiones por sectores (Cifras en Gg)

1.A.4.a Comercial e institucional

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2								
Líquidos	3.193	4.594	5.234	6.028	5.829	4.936	4.597	4.552
Sólidos	154	109	194	123	125	123	133	134
Gaseosos	395	724	1.635	2.741	3.362	3.293	3.555	3.634
Biomasa	104	205	162	146	146	146	169	148
Total	**3.743**	**5.427**	**7.063**	**8.893**	**9.315**	**8.351**	**8.285**	**8.320**
CH_4								
Líquidos	0,21	0,32	0,32	0,35	0,33	0,27	0,25	0,25
Sólidos	0,41	0,28	0,50	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Gaseosos	0,02	0,09	0,38	1,09	1,37	1,58	1,65	1,54
Biomasa	0,35	0,47	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Total	**0,99**	**1,16**	**1,69**	**2,35**	**2,60**	**2,75**	**2,81**	**2,70**
N_2O								
Líquidos	0,05	0,08	0,08	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06
Sólidos	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gaseosos	0,01	0,01	0,03	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
Biomasa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	**0,07**	**0,10**	**0,12**	**0,14**	**0,15**	**0,13**	**0,13**	**0,13**

1.A.4.b Residencial

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2								
Líquidos	9.971	10.454	11.596	12.017	11.821	10.598	10.278	10.137
Sólidos	2.091	1.331	351	421	427	423	421	423
Gaseosos	918	2.240	4.634	7.075	7.427	7.092	7.745	8.123
Biomasa	9.808	9.168	9.040	9.040	9.040	9.040	9.040	9.040
Total	**12.979**	**14.025**	**16.582**	**19.513**	**19.675**	**18.113**	**18.444**	**18.683**
CH_4								
Líquidos	0,40	0,45	0,48	0,52	0,51	0,46	0,43	0,42
Sólidos	6,92	5,47	1,10	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
Gaseosos	0,04	0,10	0,21	0,32	0,33	0,32	0,35	0,36
Biomasa	29,55	27,22	26,75	26,75	26,75	26,75	26,75	26,75
Total	**36,91**	**33,24**	**28,54**	**29,23**	**29,24**	**29,17**	**29,18**	**29,18**
N_2O								
Líquidos	0,27	0,25	0,26	0,25	0,24	0,22	0,22	0,21
Sólidos	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Gaseosos	0,02	0,04	0,07	0,11	0,12	0,11	0,12	0,13
Biomasa	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Total	**0,67**	**0,63**	**0,66**	**0,69**	**0,69**	**0,66**	**0,67**	**0,67**

1.A.4.c Agricultura, silvicultura y pesca

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2								
Líquidos	8.521	8.868	9.289	9.716	9.719	9.835	9.904	10.019
Sólidos	37							
Gaseosos	6	21	105	150	165	168	168	156
Biomasa	184	18	18	18	18	18	18	18
Total	**8.565**	**8.888**	**9.394**	**9.865**	**9.884**	**10.003**	**10.072**	**10.175**
CH_4								
Líquidos	0,42	0,44	0,46	0,48	0,48	0,50	0,49	0,50
Sólidos	0,17							
Gaseosos	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Biomasa	0,53	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	**1,12**	**0,49**	**0,52**	**0,54**	**0,55**	**0,56**	**0,56**	**0,56**
N_2O								
Líquidos	0,23	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27
Sólidos	0,00							
Gaseosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Biomasa	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	**0,24**	**0,24**	**0,25**	**0,27**	**0,27**	**0,27**	**0,27**	**0,27**

En la tabla 3.9.4 se muestran las emisiones de CO_2-eq para cada uno de los sectores de esta categoría. Asimismo, se presenta para cada sector el índice de evolución temporal (1990 como año de referencia) de las emisiones de CO_2-eq, las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq al total del inventario, así como la contribución de las emisiones de cada sector al total de la categoría 1A4.

Tabla 3.9.4.- Emisiones de CO_2-eq por sector: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
1.A.4.a Comercial e institucional								
CO_2-eq (Gg)	3.784	5.482	7.135	8.986	9.415	8.450	8.385	8.418
Índice CO_2-eq	100,0	144,9	188,6	237,5	248,8	223,3	221,6	222,5
% CO_2-eq sobre total inventario	1,3	1,7	1,9	2,1	2,2	2,0	1,9	2,1
% CO_2-eq sobre 1.A.4	14,3	18,7	21,0	22,9	23,6	22,5	22,2	22,0
1.A.4.b Residencial								
CO_2-eq (Gg)	13.961	14.919	17.385	20.340	20.503	18.931	19.263	19.503
Índice CO_2-eq	100,0	106,9	124,5	145,7	146,9	135,6	138,0	139,7
% CO_2-eq sobre total inventario	4,90	4,74	4,57	4,84	4,71	4,43	4,39	4,81
% CO_2-eq sobre 1.A.4	52,9	50,8	51,1	51,8	51,4	50,5	50,9	51,1
1.A.4.c Agricultura, silvicultura y pesca								
CO_2-eq (Gg)	8.661	8.973	9.483	9.959	9.977	10.099	10.168	10.272
Índice CO_2-eq	100,0	103,6	109,5	115,0	115,2	116,6	117,4	118,6
% CO_2-eq sobre total inventario	3,04	2,85	2,49	2,37	2,29	2,36	2,32	2,53
% CO_2-eq sobre 1.A.4	32,8	30,5	27,9	25,4	25,0	26,9	26,9	26,9

En las figuras 3.9.1 y 3.9.2 se muestra la representación gráfica de la información de la tabla anterior. La figura 3.9.1 presenta la evolución de las emisiones de CO_2-eq para cada uno de los sectores que componen la categoría 1A4 a lo largo del periodo inventariado,

mientras que la figura 3.9.2 muestra la contribución de cada sector al total de la categoría 1A4.

Figura 3.9.1.- Evolución de las emisiones de CO_2-eq por sector

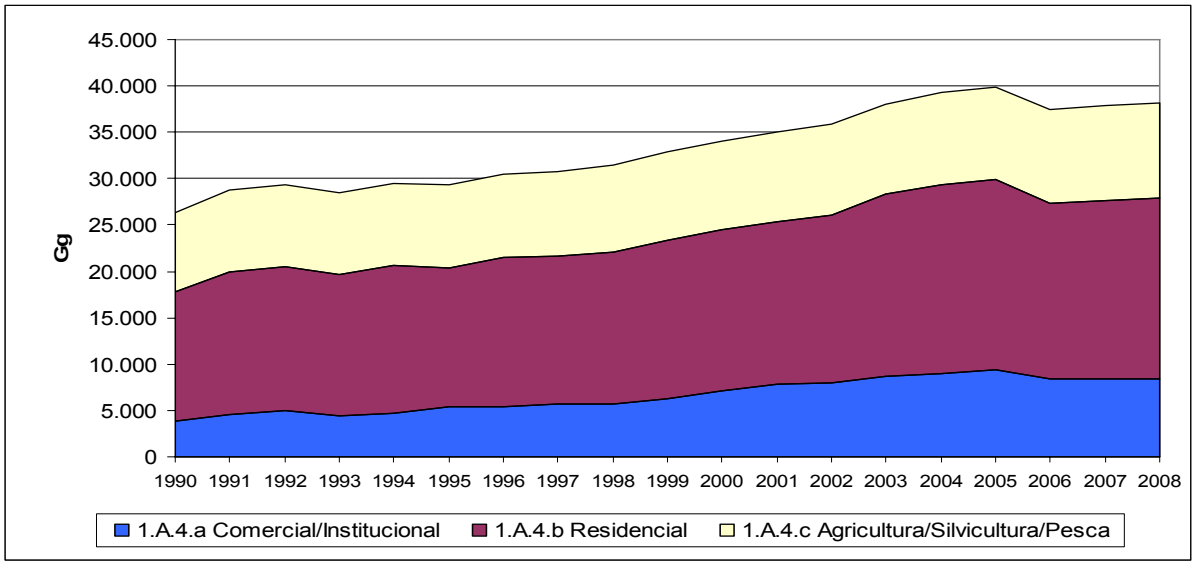
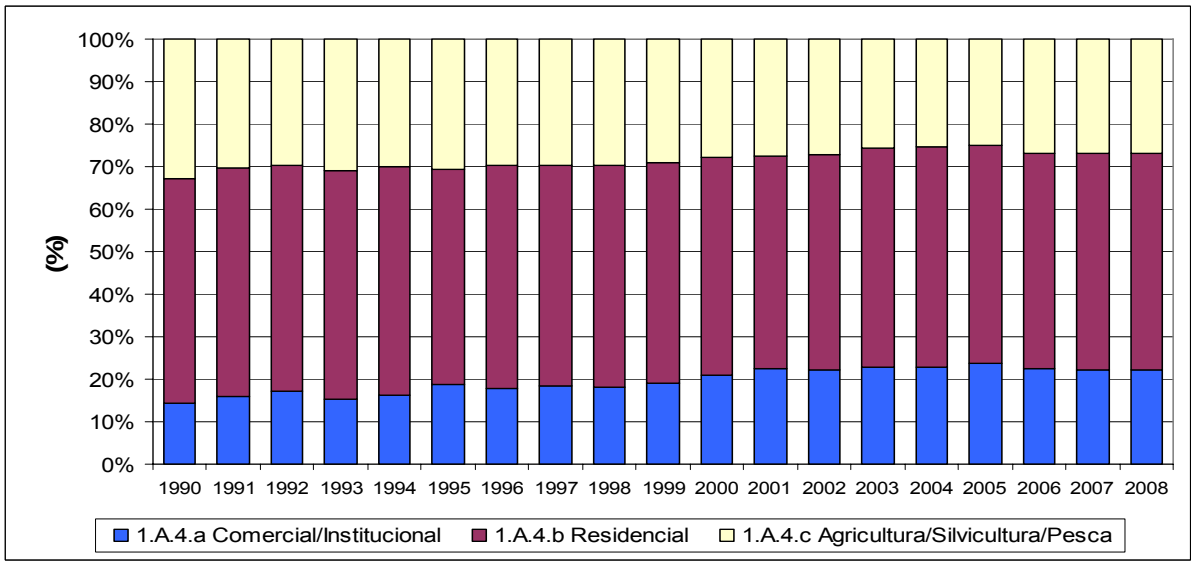


Figura 3.9.2.- Porcentaje de las emisiones de CO_2-eq por sector respecto al total de la categoría 1.A.4



3.9.2.- Metodología

Las emisiones en esta categoría se han estimado en su práctica totalidad con un enfoque metodológico de nivel 2 propuesto por IPCC, caso del CO_2, y con el enfoque

general de IPCC, para el resto de contaminantes[32]. En la selección del método para la determinación del CO_2 se han seguido los criterios expuestos en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC referentes a la combustión estacionaria, figura 2.1, según los cuales la disponibilidad de información de consumo (ventas) de combustible por sector socioeconómico determina la elección del nivel en cuestión. Para el caso particular de los motores estacionarios de riego, flota pesquera y maquinaria agroforestal, el procedimiento metodológico aplicado, basado en requerimientos energéticos por superficie, proporciona una estimación del consumo efectivo de combustible, lo cual se ajusta al enfoque de nivel 3 de IPCC.

Las fuentes básicas de información sobre las variables de actividad (consumos de combustibles) han sido:

- Para cogeneración en el sector comercial, se han considerado las explotaciones estadísticas elaboradas por el IDAE a partir de las declaraciones, vía cuestionario, de los centros autoproductores y cogeneradores de electricidad, información disponible para los años más próximos. Para extender la serie al periodo restante, se han aplicado, sobre datos nacionales de consumo imputable a generación eléctrica publicados en el balance energético de la AIE, la estructura sectorial (por tipo de combustible) y la distribución (por tipo de combustible y sector) de energía consumida destinada a generación eléctrica correspondiente al primer año analizado por el IDAE.

- Para los sectores comercial, institucional y residencial (categorías 1A4a y 1A4b), excluida cogeneración, la información se ha tomado esencialmente para los combustibles fósiles del balance nacional de combustibles, y para la biomasa se ha realizado una estimación de los consumos a partir de la información facilitada por el IDAE.

- Para el sector de agricultura, silvicultura y pesca (categoría 1A4c), la estimación se ha realizado a partir del conocimiento de los patrones de actividad y los requerimientos energéticos asociados a la misma, asumiendo que la práctica totalidad del combustible es gasóleo. En cuanto a la información sobre los patrones de actividad de los sub-sectores, pesca marítima, maquinaria agrícola y forestal, se ha procedido de la siguiente manera:

  * Pesca marítima: la información recoge los datos de potencia de la flota pesquera facilitada por la Subdirección General de Flota Pesquera, y valores de los parámetros referentes a consumo específico medio de combustible por unidad de trabajo, número de días de operación al año, horas de operación por día, y frecuencia y duración de estancias en puerto, los cuales han sido contrastados con expertos del sector.

  * Maquinaria agrícola y forestal: para la maquinaria agrícola se ha partido de la información facilitada por la Subdirección General de Medios de Producción Agrícola del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) para evaluar

[32] "IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories", apartados 2.1 y 2.2.

la potencia instalada en el parque activo por tipo de maquinaria (tractores, cosechadoras o motocultores). Otros parámetros que intervienen en el cálculo del consumo de combustibles son el número de horas/año efectivas de cada tipo de maquinaria y los requerimientos energéticos por hora de operación estándar y unidad de potencia nominal.

Para estimar los consumos correspondientes a la maquinaria forestal se ha seguido un tratamiento similar. En este caso, como información de base se han seleccionado datos socioeconómicos relativos a la silvicultura, tales como la superficie repoblada o el volumen de madera talada, recopilados en la publicación "Anuario de Estadística Agroalimentaria" elaborada por el MAPA, completada para estas variables por expertos del sector para los años en los cuales no ha podido disponerse de la citada publicación, y especificada directamente por estos expertos para otras variables base de actividad complementarias tales como la longitud de caminos forestales arreglados y la superficie de cortafuegos. Asimismo, dichos expertos han proporcionado información complementaria relativa a las características de la maquinaria por clase de operación, tales como el número de unidades, la potencia media instalada en cada unidad, el rendimiento de arrastre o carga y el consumo específico medio de combustible, a partir de las cuales se ha derivado la potencia total instalada y/o las horas de funcionamiento por clase de operación.

* Finalmente, para la combustión estacionaria del sector agrícola (motores y otras instalaciones) se toma la información que figura en el balance nacional de combustibles con la excepción del gasóleo, para el que se estima un consumo en proporción al efectuado en la maquinaria móvil agrícola. Cabe mencionar el tratamiento diferenciado que se hace para la combustión estacionaria en los motores de riego de la agricultura, basándose en ratios de consumo de gasóleo por hectárea de regadío tomados del documento "Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética – E4" del sector agrícola[33] y en la superficie de regadío que figura en el "Anuario de Estadística Agroalimentaria" del MAPA.

En las tablas 3.9.5 a 3.9.8 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para el conjunto de esta categoría y para cada sector comprendido dentro de la misma.

[33] Documento de trabajo para "Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 del Sector Agricultura y Pesca", edición de julio de 2003.

Tabla 3.9.5.- Consumo de combustibles: combustión en otros sectores *(Cifras en TJ_{PCI})*

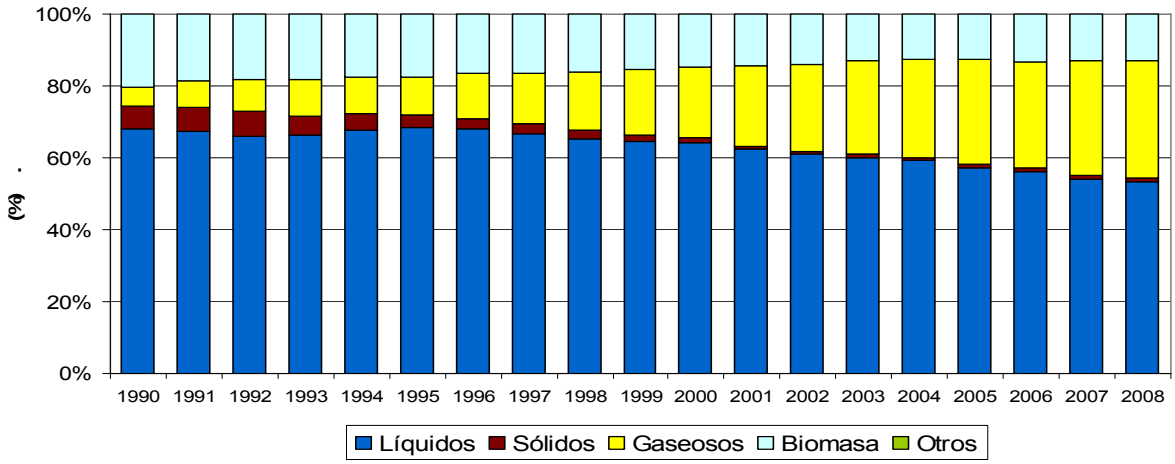
Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***307.952***	***336.849***	***367.144***	***389.098***	***383.616***	***355.765***	***347.655***	***346.500***
Gasolina	262	264	231	212	224	245	212	212
Queroseno	4.791	2.298	130					
Gasóleo	190.800	217.276	259.079	290.061	289.435	273.188	267.051	267.798
Fuelóleo	11.035	25.632	18.893	16.023	13.219	7.972	7.016	6.895
G.L.P.	100.576	90.859	88.485	82.411	80.380	74.002	73.084	71.335
Coque de petróleo	488	520	325	390	358	358	293	260
Sólidos	***28.353***	***15.685***	***7.172***	***6.182***	***6.322***	***6.199***	***6.356***	***6.424***
Hulla y antracita	15.443	12.743	3.519	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551
Lignito negro	924							
Aglomerados de hulla	152							
Gas manufacturado	11.834	2.943	3.652	1.631	1.771	1.648	1.805	1.873
Gaseosos	***23.974***	***53.300***	***113.833***	***177.962***	***195.607***	***188.446***	***204.774***	***212.731***
Gas natural	23.974	53.300	113.833	177.962	195.607	188.446	204.774	212.731
Biomasa	***91.783***	***85.365***	***83.817***	***83.674***	***83.674***	***83.674***	***83.881***	***83.691***
Madera/Res. de madera	82.455	79.191	78.672	78.672	78.672	78.672	78.672	78.689
Carbón vegetal	8.209	4.735	4.035	4.035	4.035	4.035	4.035	4.035
Otra biomasa sólida	1.118	859	968	968	968	968	968	968
Biogás	0	581	143				207	
Total	**452.062**	**491.200**	**571.965**	**656.916**	**669.219**	**634.085**	**642.666**	**649.346**

Tal y como se refleja en la figura 3.9.3, un examen del conjunto de la categoría revela la estabilidad de los productos petrolíferos como principal fuente de energía de origen fósil (por encima del 53% en 2008)[34]. No obstante, su participación se ha reducido a lo largo del periodo ante la notable expansión de la infraestructura gasista y del suministro de gas natural, el cual se configura como la segunda fuente energética de origen fósil al pasar su contribución del 5,3% en 1990 al 32,8% en 2008. Por contra, cabe señalar la disminución, en términos absolutos y de significación, del uso de combustibles derivados de carbones respecto al año 1990 hasta unos niveles secundarios.

Con relación a la energía procedente de fuentes renovables, la limitada información disponible acerca de la biomasa destinada a consumo final (i.e. excluida la parte consumida para cogeneración de electricidad) ha determinado la subrogación de las estimaciones para el año 1995 a los años posteriores, elevando considerablemente la incertidumbre asociada a dichas partidas.

[34] En esta participación de los combustibles líquidos se está computando el consumo de las actividades de la pesca y la maquinaria móvil agrícola y forestal.

Figura 3.9.3.- Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}



Por lo que respecta al sector institucional y comercial, su significación en el conjunto de la categoría, en términos energéticos, ha aumentado sensiblemente pasando a representar el 20,2% del consumo total de la categoría en 2008. Al examinar la tabla 3.9.6 con la evolución de los distintos tipos de combustibles, cabe observar que la pauta general creciente en la demanda (141,2% en 2008 respecto a 1990) está fundamentalmente motivada por la penetración pronunciada del gas natural en la estructura energética del sector, tanto para la generación de calor como para su uso en instalaciones de cogeneración (calor y electricidad), en combinación con el crecimiento, más moderado, experimentado hasta el año 2004 por el gasóleo para producción de calor.

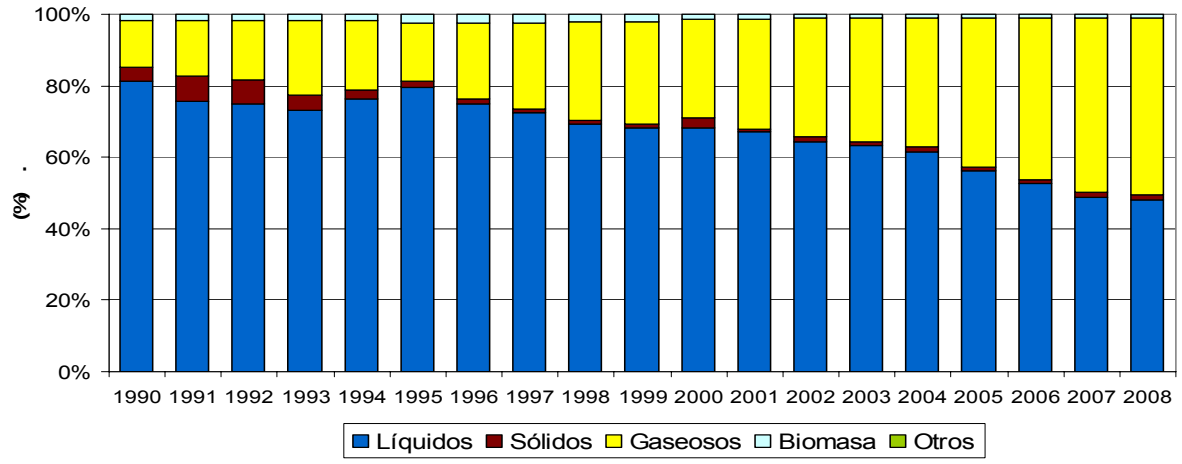
Tabla 3.9.6.- Consumo de combustibles: combustión en el sector comercial e institucional *(Cifras en TJ_{PCI})*

Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***44.096***	***62.871***	***72.064***	***83.166***	***80.440***	***68.308***	***63.714***	***63.118***
Gasóleo	26.715	31.160	48.766	62.169	62.003	54.952	50.811	50.074
Fuelóleo	9.829	22.873	14.000	10.799	8.960	4.615	4.083	4.002
G.L.P.	7.389	8.643	9.135	10.002	9.314	8.579	8.691	8.911
Coque de petróleo	163	195	163	195	163	163	130	130
Sólidos	***2.128***	***1.524***	***2.709***	***1.512***	***1.543***	***1.499***	***1.691***	***1.724***
Hulla y antracita	880	607	1.092	910	910	910	910	910
Lignito negro	13							
Gas manufacturado	1.234	917	1.617	602	633	589	780	814
Gaseosos	***7.178***	***12.926***	***29.200***	***48.952***	***60.033***	***58.802***	***63.487***	***64.896***
Gas natural	7.178	12.926	29.200	48.952	60.033	58.802	63.487	64.896
Biomasa	***947***	***1.853***	***1.467***	***1.324***	***1.324***	***1.324***	***1.531***	***1.341***
Madera/Res. de madera	569	764	796	796	796	796	796	813
Carbón vegetal	378	508	529	529	529	529	529	529
Biogás	0	581	143				207	
Total	**54.348**	**79.173**	**105.440**	**134.954**	**143.341**	**129.933**	**130.423**	**131.081**

En la figura 3.9.4 se muestra la distribución de los consumos en el sector comercial-institucional por tipo de combustible a lo largo de todo el periodo inventariado. En dicha figura se manifiesta una pérdida de significación de los productos petrolíferos en la energía fósil consumida en este sector, con un mínimo local en el año 1993, reflejo de la crisis económica existente en dicho año, que indujo una caída de la demanda energética global del sector y, de manera más acusada, del fuelóleo consumido, y una recuperación parcial

hasta el año 1995. A partir de este año, la penetración más acentuada del gas natural en este sector, reemplazando, al menos parcialmente, al consumo de productos petrolíferos, ha motivado un incremento de la contribución del gas natural en detrimento de estos últimos.

Figura 3.9.4. Distribución del consumo de combustible en el sector comercial e institucional (sobre base TJ_{PCI})



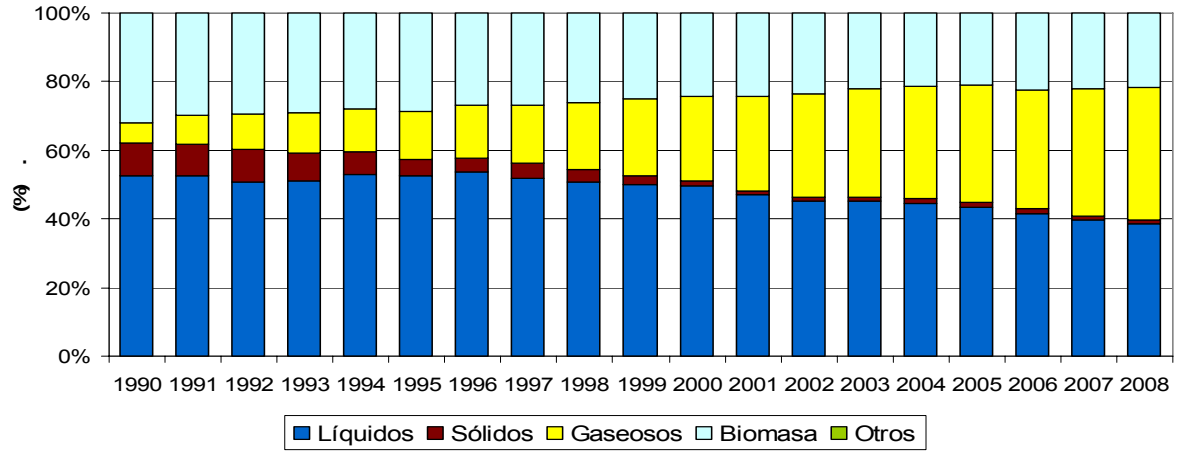
Analizando la distribución del consumo energético de combustibles por sectores socioeconómicos, el sector doméstico representa el mercado consumidor dominante dentro de esta categoría, con un crecimiento moderado en la demanda de combustibles (35,6% en 2008 respecto a 1990), que es satisfecho mediante un suministro adicional de gas natural. Cabe mencionar en este sector una influencia de la climatología en los niveles de demanda, presentando los años de mayor suavidad climatológica, caso del 2006, una inflexión en la demanda respecto al año precedente. En la tabla 3.9.7 se presentan los consumos desglosados de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector residencial.

Tabla 3.9.7.- Consumo de combustibles: combustión en el sector residencial *(Cifras en TJ_{PCI})*

Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***146.554***	***151.780***	***167.003***	***172.010***	***169.242***	***151.938***	***147.486***	***145.366***
Gasóleo	53.424	69.960	87.174	98.665	97.520	86.496	83.316	83.019
Fuelóleo	603	1.607	3.496	3.697	3.014	2.152	1.808	1.808
G.L.P.	92.202	79.888	76.171	69.454	68.513	63.095	62.199	60.408
Coque de petróleo	325	325	163	195	195	195	163	130
Sólidos	***25.850***	***14.162***	***4.463***	***4.671***	***4.779***	***4.700***	***4.665***	***4.700***
Hulla y antracita	14.563	12.136	2.427	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641
Lignito negro	536							
Aglomerados de hulla	152							
Gas manufacturado	10.600	2.026	2.036	1.030	1.138	1.059	1.024	1.059
Gaseosos	***16.684***	***40.008***	***82.757***	***126.336***	***132.631***	***126.644***	***138.295***	***145.048***
Gas natural	16.684	40.008	82.757	126.336	132.631	126.644	138.295	145.048
Biomasa	***89.164***	***83.346***	***82.183***	***82.183***	***82.183***	***82.183***	***82.183***	***82.183***
Madera/Res. de madera	81.108	78.349	77.798	77.798	77.798	77.798	77.798	77.798
Carbón vegetal	7.831	4.227	3.506	3.506	3.506	3.506	3.506	3.506
Otra biomasa sólida	226	770	879	879	879	879	879	879
Total	**278.252**	**289.296**	**336.406**	**385.200**	**388.835**	**365.465**	**372.629**	**377.297**

En la figura 3.9.5 se muestra la distribución de los consumos en el sector residencial. La gráfica presenta una apreciable similitud con la ya comentada figura correspondiente al consumo del conjunto de la categoría, si bien presentando unos niveles de participación de los productos petrolíferos inferiores, en favor de los otros tipos de combustibles.

Figura 3.9.5. Distribución del consumo de combustible en el sector residencial (sobre base TJ_{PCI})



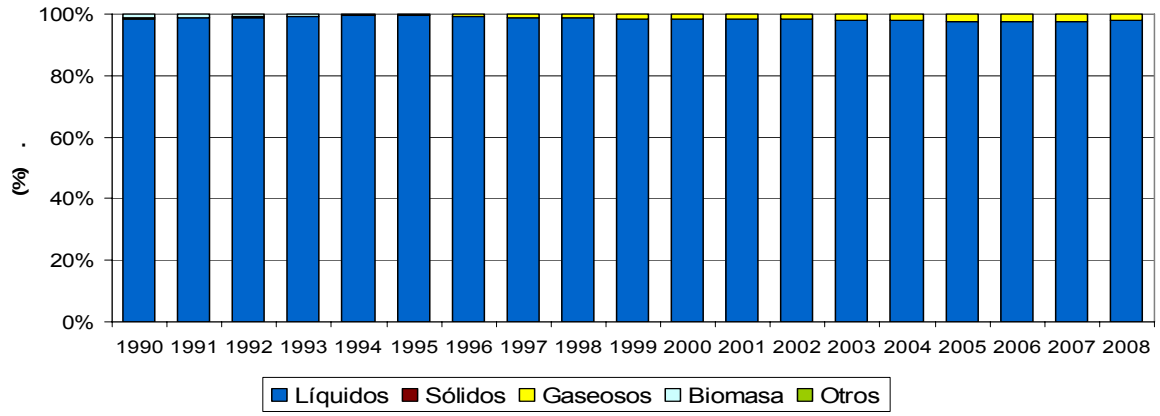
El sector agroforestal y pesquero, con un 21,7% del consumo total de la categoría en 2008, representa el segundo mercado de consumo energético de combustibles en esta categoría y primero en consumo de gasóleo, combustible completamente dominante en este sector. La demanda total energética en este sector, muestra un incremento sostenido y suave a lo largo de todo el periodo (18,0% en 2008 respecto a 1990, tal y como se refleja en la tabla 3.9.8), resultado principalmente del aumento de unidades y del consumo en la maquinaria móvil agrícola, principal actividad consumidora en este sector, y, con carácter más moderado, de la demanda en las instalaciones fijas en establecimientos agrícola-ganaderos, en contraposición al descenso continuo de actividad y consumo experimentado por la flota pesquera.

Tabla 3.9.8.- Consumo de combustibles: combustión en el sector agrícola / forestal / pesquero *(Cifras en TJ_{PCI})*

Tipo	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Líquidos	***117.303***	***122.199***	***128.077***	***133.922***	***133.934***	***135.519***	***136.456***	***138.016***
Gasolina	262	264	231	212	224	245	212	212
Queroseno	4.791	2.298	130					
Gasóleo	110.661	116.156	123.139	129.227	129.912	131.741	132.924	134.704
Fuelóleo	603	1.152	1.397	1.527	1.246	1.205	1.125	1.085
G.L.P.	985	2.329	3.179	2.955	2.552	2.329	2.194	2.015
Sólidos	***375***							
Lignito negro	375							
Gaseosos	***112***	***366***	***1.876***	***2.674***	***2.942***	***3.001***	***2.992***	***2.786***
Gas natural	112	366	1.876	2.674	2.942	3.001	2.992	2.786
Biomasa	***1.672***	***166***	***166***	***166***	***166***	***166***	***166***	***166***
Madera/Res. de madera	779	78	78	78	78	78	78	78
Otra biomasa sólida	893	89	89	89	89	89	89	89
Total	**119.461**	**122.731**	**130.119**	**136.762**	**137.042**	**138.687**	**139.614**	**140.968**

El ya comentado predominio de los productos petrolíferos, principalmente gasóleo, en este sector se evidencia en la figura 3.9.6, siendo muy marginal el consumo del resto de combustibles (inferior al 2,5%).

Figura 3.9.6. Distribución del consumo de combustible en el sector agrícola / forestal / pesquero (sobre base TJ_{PCI})



Para la estimación de las emisiones de CO_2 se han aplicado factores de emisión por defecto a partir de características estándares de los combustibles. En cuanto a la estimación de las emisiones de CH_4 y N_2O se han utilizado factores seleccionados de las diferentes guías metodológicas (EMEP/CORINAIR, IPCC) y de fuentes sectoriales e institucionales (API, CITEPA, cuestionarios individualizados a los principales productores y distribuidores de motores estacionarios de gas) sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI. Este mismo procedimiento se ha seguido para la estimación de los demás contaminantes considerados en el CRF (SO_2, NO_X, COVNM y CO).

En las tablas 3.9.9 a 3.9.13 se presentan los factores de emisión utilizados en la estimación de las emisiones distinguiendo por tipo de instalación.

Tabla 3.9.9.- Factores de emisión. Calderas

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Gasóleo	73	3,5	0,7
Fuelóleo	76	7	1,5
G.L.P.	65	1,5	2,5
Coque de petróleo	98,3	225	2,5
Gas de refinería	55	2,5	1,5
Hulla y antracita	101	450	1,4
Lignito negro	99,42	450	1,4
Aglomerados de hulla	101	450	3
Gas manufacturado	52	5	2,5
Gas natural	55-56 (1)	2,5	0,9
Madera/Res. de madera	110	320	4
Carbón vegetal	110	450	1
Residuos agrícolas	110	320	4
Biogás	112	2,5	1,75

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10, y Capítulo 111, Tablas 27, 29 y 30
Manual de Referencia 1996 IPCC, tabla 1-1, para el CO_2 de la biomasa
Manual de Referencia 1996 IPCC (Tabla 1-8) para el N_2O de la hulla y antracita, lignito negro, madera y residuos de madera, carbón vegetal y residuos agrícolas.
CITEPA, para el N_2O del coque de petróleo, los GLP, el gas manufacturado (en este caso asimilado a otros combustibles gaseosos) y del biogás.
API Compendium para el N_2O del fuelóleo, del gasóleo y del gas natural ("*Uncontrolled boilers and heaters*")
(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.

Tabla 3.9.10.- Factores de emisión. Turbinas de gas

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Gasóleo	73	4	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	4	1,3

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10.
CITEPA, para el N_2O del fuelóleo.
API Compendium para el N_2O del gasóleo (asimilado al factor de emisión de motores estacionarios) y del gas natural ("Tabla C1 – *Uncontrolled turbines*")
(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.

Tabla 3.9.11.- Factores de emisión. Motores estacionarios

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
Queroseno	73	4	2
Gasóleo	73	1,5	1,85
Fuelóleo	76	3	1,75
Gas natural	55-56 (1)	316	1,3

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tablas 7, 9 y 10.
CITEPA, para el N_2O del fuelóleo.
API Compendium para el N_2O del gasóleo (Tabla C1. *Large Bore Diesel Engine*) y del gas natural ("Tabla C1. *4 Cycle – Lean Burn*")
Cuestionarios individualizados a los principales productores y distribuidores de motores estacionarios de gas para el Inventario Nacional de Emisiones, para CH_4 del gas natural
(1) Años 1990 y 1991 55 kg CO_2/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO_2/GJ.

Tabla 3.9.12.- Factores de emisión. Maquinaria móvil agrícola y forestal

	CO_2 (t/t)	CH_4 (kg/t)	N_2O (kg/t)
Gasolina	3,183	7,670	0,0781
Gasóleo	3,138	0,170	0,0864

Fuente: CO_2: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 810, ecuación (2).
CH_4: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 810, Tablas 8.1 y 8.2.
N_2O: Manual CORINAIR, parte 9, para el gasóleo (se indica 2 g/GJ, con un PCI de 43,2 GJ/t); para la gasolina se ha asimilado el factor de emisión al factor implícito del tráfico por carretera en el año 1990 (1,76 g/GJ, con un PCI de 44,37 GJ/t)

Tabla 3.9.13.- Factores de emisión. Pesca marítima

	CO_2 (t/t)	CH_4 (kg/t)	N_2O (kg/t)
Gasóleo	3,138	0,095	0,080

Fuente: CO_2: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 810, ecuación (2).
CH_4: Estudio "*Marine Exhaust Emissions Research Programme*", asumiendo para los COV un contenido de metano del 5%.
N_2O: Libro Guía EMEP/CORINAIR (edición agosto 2002). Parte B, Capítulo 842, Tabla 8.2

3.9.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Con respecto a las variables de actividad (consumo de combustibles), la disponibilidad de información resulta heterogénea atendiendo a las distintas clases de combustibles, juzgándose muy limitada para el caso de los carbones y los productos petrolíferos y de mayor exhaustividad y fiabilidad con relación al gas natural.

Para los consumos de carbones y de productos petrolíferos, la información de base, proveniente de las estadísticas de almacenistas e importadores de carbón y de los datos facilitados por los operadores y distribuidores de productos petrolíferos, se complementa por el equipo del inventario con estimaciones de requerimientos energéticos por cruce de tipo de instalación (combustión estacionaria en instalaciones de calefacción y motores, pesca marítima y maquinaria móvil) y subsector de esta categoría (sector comercial-institucional, sector residencial, agricultura, silvicultura y pesca). Para el caso de los carbones, el procedimiento de estimación integra adicionalmente un análisis de la evolución de la mezcla de combustibles para cada subsector. En conclusión, y atendiendo a la clasificación expuesta en la Guía 2006 IPCC (tabla 2.15), se considera que los consumos estimados de estas dos clases de combustibles proceden de un "sistema menos desarrollado" cruzado con "extrapolación"; por tal motivo, se ha tomado un coeficiente de incertidumbre del 20% para los carbones y del 15% para productos petrolíferos, valor medio y límite inferior, respectivamente, del rango propuesto en la citada guía para este sistema de captura (rango: 15%-25%).

En cuanto al consumo de gas natural, se cuenta con información que, compilada por segmentos sectoriales y de cantidad en cuanto a tipos de tarifa, se considera que corresponde a un "sistema estadístico bien desarrollado" y prácticamente exhaustivo, si bien existe una cierta indefinición en la combinación de consumo imputable a electricidad en cogeneración y resto de consumos por actividades sectoriales. Es por ello que, en definitiva, se ha optado por tomar para el coeficiente de incertidumbre un valor del 5%, límite superior del rango reflejado en la Guía 2006 IPCC para este tipo de sistema cruzado con *encuesta* (rango: 3-5%).

La incertidumbre del consumo de combustibles fósiles, expresado en energía, para esta categoría se estima del 10%, considerando una media ponderada de los valores propuestos para los combustibles fósiles consumidos en esta categoría (25% para sólidos, 15% para líquidos y 5% para gaseosos). En cuanto a la biomasa, la imprecisión en las fuentes de las variables de actividad lleva a estimar su incertidumbre en un 100%, según se deriva de la información presentada en la tabla 2.15 de la Guía 2006 IPCC para el cruce de "sistema estadístico menos desarrollado" con "extrapolación".

Por lo que a los factores de emisión de CO_2 se refiere, la incertidumbre asociada es el resultado de la combinación de los coeficientes estimados para el contenido de carbono del combustible y para la fracción de oxidación del carbono a CO_2. Así, las incertidumbres de los factores de emisión para los carbones se cifran en un 15,1%, a partir de un 15% en el contenido de carbono y un 1,5% en el factor de oxidación. Para los combustibles líquidos, dominados en esta categoría por el gasóleo, el coeficiente se cuantifica en un 2,2%, resultante de tomar un valor del 2% en el contenido de carbono y un 1% en el factor de oxidación. Por último, se ha asignado para el gas natural una incertidumbre del 1,4% en el contenido de carbono, cifra deducida de la composición molar facilitada por la principal compañía de este gas, y una incertidumbre del 0,5% en el factor de oxidación, resultando de dicha combinación un coeficiente del 1,5% en el factor de emisión.

Por lo que respecta al factor de emisión de CH_4 la incertidumbre se estima en un 150%, tomando como referencia el rango propuesto (-50% a 150%) en la tabla 2.5 de la Guía Buenas Prácticas 2000 IPCC. Consultando la misma fuente de referencia, se ha asociado una incertidumbre de un orden de magnitud al factor de N_2O.

En lo que a la coherencia temporal se refiere, cabe hacer notar que, aunque los datos de consumo asociados a combustión estacionaria provienen de los balances energéticos nacionales publicados por la AIE y EUROSTAT, complementados con estadísticas nacionales de producción y consumos en cogeneración facilitados por el Instituto de Diversificación y Ahorro Energético (IDAE), la erraticidad mostrada por las series de los balances no siempre ha podido ser adecuadamente justificada (esta erraticidad no se refleja en la variable de actividad asociada a la maquinaria móvil, determinada con ayuda de patrones de actividad (véase apartado 3.9.2)). Con el objeto de minimizar discrepancias, no justificadas, con la evolución de las variables socioeconómicas determinantes en cada subsector, se ha procedido a revisar las series de energía consumida, total y por tipo de combustible, para cada subsector, revisando cifras reportadas en los balances.

3.9.4.- Control de calidad y verificación

Los controles de calidad y verificación que se han aplicado en esta categoría a las actividades de maquinaria móvil agro-forestal y para la pesca marítima, están basados en cuanto a tasas de actividad (horas de operación en el año) y en cuanto a parámetros del algoritmo de estimación de consumos (coeficientes de paso de parque registrado a parque efectivo y ratios de consumo específico (por CVh) en juicios de experto, al no disponerse en general de estadísticas de contraste.

Para las restantes actividades (combustión estacionaria) las variables de actividad se han derivado de los balances energéticos y de información complementaria de estadísticas sectoriales para el caso de los motores de riego y cogeneración en el subsector servicios.

Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, para el caso del consumo final, no destinado a la generación de electricidad, se han analizado las series energéticas por subsector, valorando su afinidad con la tendencia de las respectivas variables socioeconómicas representativas.

3.9.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se describen las principales variaciones efectuadas en esta categoría en la presente edición con respecto a la edición pasada[35].

- Combustión estacionaria en el sector comercial-institucional. La revisión de la coherencia temporal de las series 1990-2008 de consumos publicados en los balances ha motivado modificaciones de las cifras relativas a consumos finales imputados a este sector en la edición anterior del inventario.

  Asimismo, se ha modificado la estimación de los consumos para cogeneración dentro del sector para los años 1990-2007 al corregir unos porcentajes erróneos de reparto de consumo según finalidad (generación de electricidad o de calor) asignados en la edición pasada y eliminar partidas de combustibles ya contabilizadas en otros sectores. Con respecto a la doble contabilización, cabe mencionar que el análisis de la información más detallada, a nivel de centro, facilitada por el IDAE para el año 2008 en esta edición del inventario, ha permitido detectar diferencias en los criterios aplicados por esta entidad y el inventario en la identificación del sector socioeconómico de las plantas cogeneradoras y autoproductoras. Estas divergencias en la clasificación motivaban, en casos puntuales, una doble contabilización cuando el inventario complementaba información directa de planta con la explotación, a nivel sectorial, proporcionada por el IDAE.

  Dentro de la última modificación citada, se encuentra una revisión de la distribución de los consumos en cogeneración por tipo de instalación inespecífica para los años 2006 y 2007. Esta nueva distribución conlleva una variación en las emisiones de contaminantes cuyos niveles de emisión dependen, no sólo del tipo de combustible, sino también de la clase de instalación en la que se consume, como son el metano y el óxido nitroso.

  Complementariamente a los cambios citados en la variable de actividad, se ha producido una revisión de los factores de emisión para motores estacionarios de gas natural incorporando la nueva información derivada de los cuestionarios individualizados a los principales productores y distribuidores de motores estacionarios de gas. Los contaminantes afectados por esta operación han sido el metano y los gases indirectos (COVNM, CO y NO_x).

[35] Se ha detectado un error en la estimación de la energía (de poder calorífico inferior) consumida de gas natural para la categoría 1A4, al no convertir las cifras originales, expresadas en términos de poder calorífico superior, con el factor de paso correspondiente, sino con el estimado para un año anterior. La repercusión de este error se cuantifica en variaciones, con respecto a los datos corregidos de gas natural, del 2,6% para el año 1992, inferiores al 1% para los años 2002 y 2003, y en torno al 0,1% para los años restantes.

- Combustión estacionaria en el sector agrícola. En la edición pasada se revisó el tipo de gasóleo consumido en este sector y, con ello, ciertas características del combustible, como es el poder calorífico, sin propagarse pertinentemente la modificación a la estimación del consumo en instalaciones fijas, excluidos motores estacionarios. La corrección de este error afecta a la serie histórica de consumos y, por consiguiente, a las propias emisiones.

- Motores de regadío. Se ha revisado el gasóleo estimado para 2007 al estar disponible en el Anuario 2008 de Estadística Agroalimentaria del MAPA, publicado en la presente edición, la información de base (superficies de regadío) relativa a dicho año.

  Maquinaria móvil forestal. Se ha modificado el consumo de combustibles en unidades destinadas a operaciones de repoblación, tala o arrastre de madera estimado para los años 2005 a 2007, al estar disponible en la presente edición la información de base (superficie repobladas en 2005 y volumen de madera cortada en 2006, ambos datos publicados en el Anuario de Estadística Agroalimentaria del MAPA), la cual se propaga a años posteriores.

La comparación de resultados de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos de valores absolutos en la figura 3.9.7 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 3.9.8. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en esta actividad se sitúa entre –0,82% (año 2007) y 0,24% (año 1992).

Figura 3.9.7.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

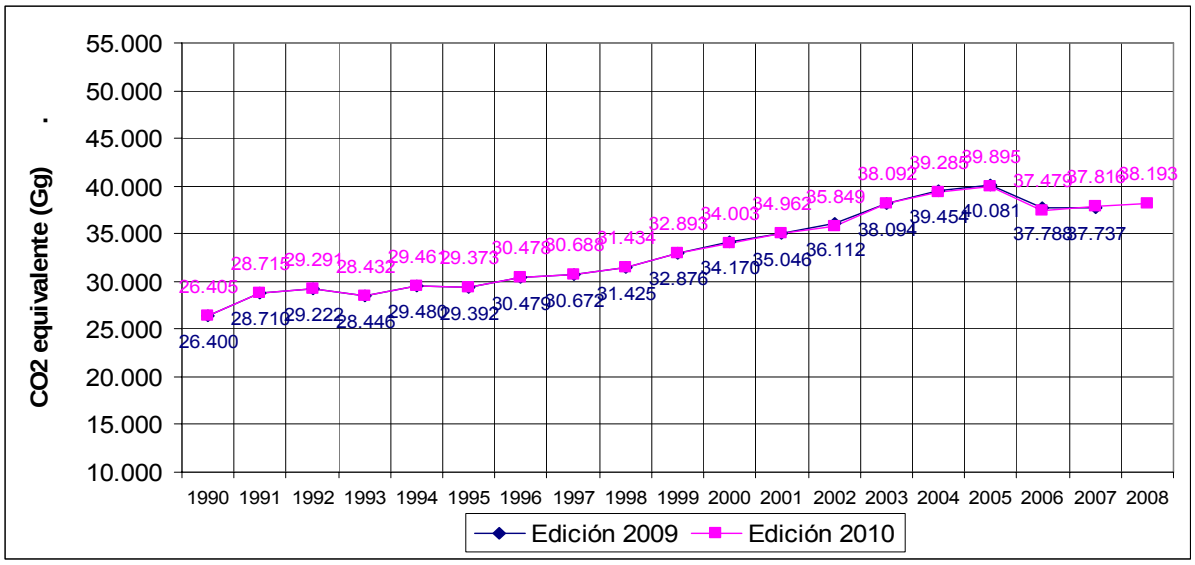
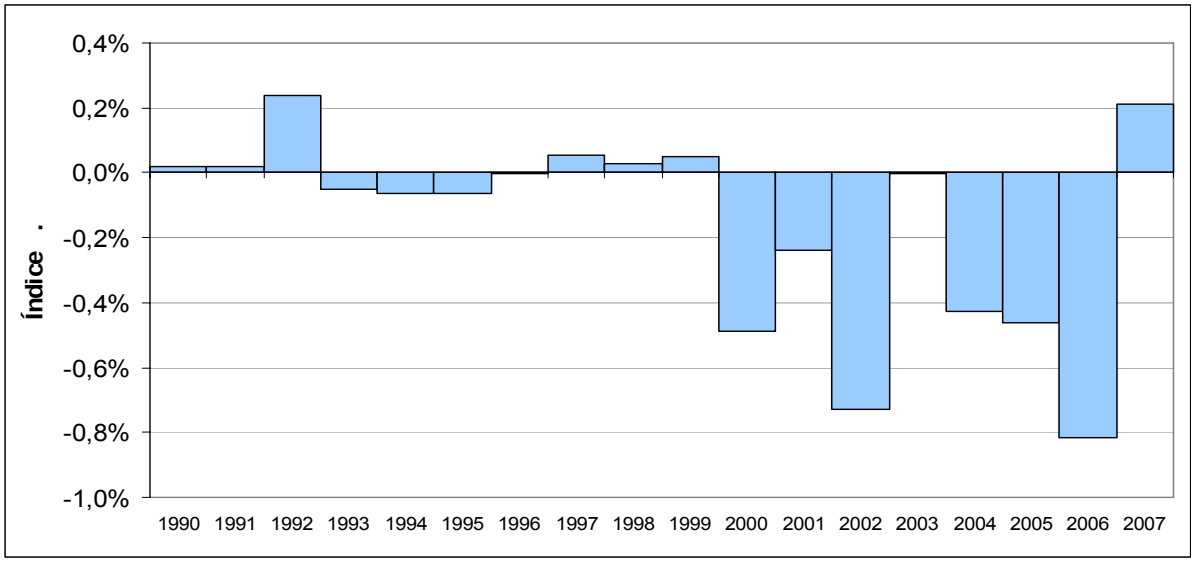


Figura 3.9.8.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



3.9.6.- Planes de mejora

Para futuras ediciones del inventario se proyecta una revisión, centrada especialmente en la maquinaria móvil agroforestal, de la metodología (integrando información sobre estándares de requerimiento energético y otros parámetros relevantes para los algoritmos de estimación de las emisiones) en la cual se considere la progresiva renovación del parque y la consiguiente penetración de tecnologías destinadas a limitar las emisiones en este tipo de maquinaria según normativa vigente. Esta línea de trabajo, emprendida en la edición pasada en colaboración con la Dirección General de Recursos Agrícolas y Ganaderos del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), actualmente se encuentra en proceso de contrastación y revisión de la metodología actual, con relación a una metodología alternativa en la que esencialmente se parte de una estimación del consumo a partir de un análisis detallado de los requerimientos de actividad del parque de tractores para desarrollar las labores agrícolas que determina las superficies cultivadas y las producciones obtenidas.

3.10.- Emisiones fugitivas – combustibles sólidos (1B1)

3.10.1.- Descripción de la actividad

Esta categoría integra las emisiones generadas en los procesos de extracción, almacenamiento y manipulación de combustibles sólidos, carbones, pero no incluyen las provenientes de actividades de combustión, aunque utilicen carbones, para la generación de energía destinada a aquellos procesos.

Las actividades identificadas y para las cuales se han estimado emisiones de metano, y/o dióxido de carbono, son: a) la minería del carbón; b) tratamiento previo del carbón; c) almacenamiento de carbón; y d) hornos de coque (fugas en su apertura y extinción)[36].

La minería española del carbón ha experimentado un evidente retroceso a lo largo del periodo cubierto por el inventario, reflejado en un descenso sostenido de producción, que se ha acentuado en 2008 con la suspensión de actividad, cierre definitivo o interrupción, de unidades de producción y reducciones en las producciones de pozos operativos. Así, la producción bruta de carbón en 2008, que disminuye un 34,0% con respecto a 2007, inducida en gran manera por el cese de producción del lignito pardo, acumula una reducción del 69,4% con respecto a 1990, pasando de 43.120 kt en 1990 a 13.192 kt en 2008. Como consecuencia directa de la interrupción de la minería de lignito pardo en 2008, el factor de metano implícito para la minería a cielo abierto, modo empleado para la extracción de este tipo de carbón, se ha elevado considerablemente al resultar éste un carbón con las menores concentraciones de grisú, sólo parcialmente contrarrestado con el incremento de la producción de antracita, que se estima contiene unas concentraciones de grisú análogas al lignito pardo.

Si bien la tendencia decreciente en la minería energética se registra en los dos modos de extracción existentes, superficial y subterráneo, la pérdida de actividad no ha sido homogénea. Así, el examen de la participación de la explotación subterránea en el conjunto de la actividad minera a lo largo del periodo inventariado evidencia tres subperiodos diferenciados: un primer periodo comprendido entre 1990 y 1997 con una pauta general creciente en la participación de esta clase de minería, seguido por un tramo de decrecimiento prácticamente sostenido hasta el año 2004, año a partir del cual se produce una recuperación parcial, alcanzándose en 2008 una cuota próxima a la del año 2001. Este comportamiento dispar tiene, como se verá más abajo, su incidencia en la evolución de las emisiones para el conjunto de esta categoría, dado que la extracción subterránea tiene unos factores de emisión significativamente mayores que los correspondientes a la minería a cielo abierto.

Por lo que respecta a la producción de coque de carbón, la serie refleja hasta 1999 una evolución general descendente, desarrollándose en el año 2000 una recuperación parcial de la actividad productiva nacional hasta niveles próximos a los alcanzados en 1992, e iniciándose a partir de tal año un periodo de relativa estabilidad en la serie. De la comparación con las cifras estimadas para 1990 se desprende una reducción de la producción en 2008 del 17,6%, al pasar de 3.211 kt en 1990 a 2.647 kt en 2008.

Entre los contaminantes emitidos por estas actividades, véase tabla 3.10.1, destaca el metano, contaminante por el cual esta categoría IPCC se ha identificado como fuente clave, tanto por su nivel de emisión como por su tendencia. El otro gas con efecto directo sobre el calentamiento es el dióxido de carbono, cuyas emisiones corresponden a la apertura y extinción de hornos de coque.

[36] Entre las actividades de manipulación se distinguen los procesos de transformación del carbón en coque y semicoque sólido. Este último proceso no se contempla en la lista de actividades al no realizarse en España.

Tabla 3.10.1.- Emisiones por contaminante (Cifras en Gigagramos de CO2-eq)

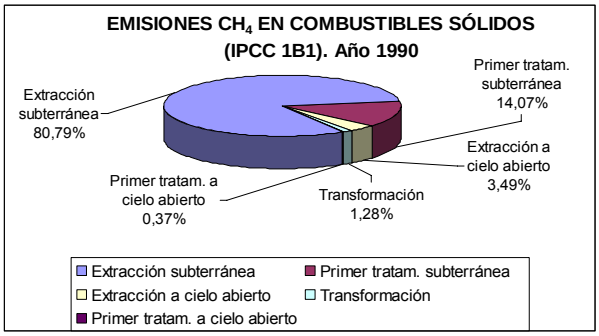
	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2	17,63	13,38	15,27	72,80	89,91	124,94	93,53	84,52
CH_4	1.817,54	1.469,26	1.247,61	991,62	938,87	929,69	883,43	692,23
Total CO_2-eq	**1.835,17**	**1.482,64**	**1.262,88**	**1.064,42**	**1.028,78**	**1.054,63**	**976,96**	**776,75**

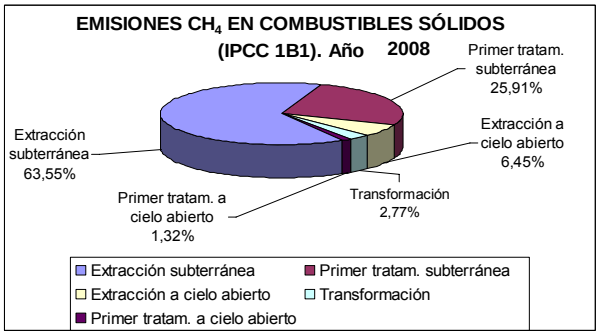
La minería del carbón es la fuente predominante de las emisiones de CH_4, con una participación que supera el 97% de las estimaciones de dicho contaminante en la categoría 1B1. Por modo de operación, y a pesar de observarse en los últimos años una pauta de gradual retroceso de la actividad, cabe reseñar la elevada contribución de la minería subterránea tanto en la propia fase de extracción como la de primer tratamiento, véanse tabla 3.10.2 y figura 3.10.1. Así, las emisiones de CH_4 en esta categoría han descendido en el año 2008 un 61,9% con respecto a 1990, debido principalmente a la bajada del mismo orden que se produce en la actividad de la minería subterránea (64,1%). Las restantes fuentes, exceptuando el primer tratamiento en la minería a cielo abierto, de escasa repercusión en el total, muestran también reducciones de sus emisiones: 29,6% para la extracción en la minería a cielo abierto y 17,6% para la transformación de combustibles sólidos.

Tabla 3.10.2.- Emisiones de CH_4 *(Cifras en Gigagramos de CO_2-eq)*

Categoría IPCC		1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
1B1a.i	Minería subterránea *del cual*	1.724,03	1.380,09	1.164,92	905,10	859,18	852,42	807,79	619,29
	Extracción	1.468,32	1.135,52	887,35	664,81	625,96	619,66	571,99	439,90
	Primer tratamiento	255,71	244,58	277,57	240,29	233,22	232,77	235,81	179,39
1B1a.ii	Minería a cielo abierto *del cual*	70,25	71,50	62,53	65,95	59,83	56,69	55,77	53,77
	Extracción	63,46	63,20	52,96	54,69	48,92	47,33	44,90	44,66
	Primer tratamiento	6,78	8,30	9,57	11,27	10,91	9,36	10,87	9,11
1B1b	Transformación combust. sólidos	23,26	17,66	20,15	20,57	19,86	20,58	19,87	19,18
1B1	**Combustibles sólidos**	**1.817,54**	**1.469,26**	**1.247,61**	**991,62**	**938,87**	**929,69**	**883,43**	**692,23**

Figura 3.10.1.- Principales actividades emisoras de CH_4





3.10.2.- Aspectos metodológicos

Este apartado se centra fundamentalmente en la metodología aplicada para la estimación de las emisiones de metano, al considerarse fuente clave en el inventario

nacional. Al final del mismo se incluye un subapartado dedicado a especificidades metodológicas de otros contaminantes emitidos en esta categoría.

3.10.2.1.- Emisiones de CH_4

Cada una de las fuentes emisoras descritas en el apartado anterior, esto es, minería, primer tratamiento, almacenamiento de carbón, y fugas en la apertura y extinción de los hornos de coque, ha sido tratada individualmente, asignando a la categoría 1B1 la agrupación de las estimaciones de metano así obtenidas. Seguidamente se pasa a comentar la metodología, factores de emisión y variables de actividad aplicadas para cada fuente emisora.

a) Producción, primer tratamiento y almacenamiento de carbón. La metodología empleada es específica nacional, adaptando el enfoque de nivel 2 de IPCC[37]. Con la elección de esta metodología se pretende reemplazar los factores por defecto asociados al enfoque de nivel 1[38] por factores derivados de la información disponible a nivel nacional de los contenidos de metano por tipo de carbón.

Se ha empleado información nacional para los factores de emisión por tonelada de producto, distinguiendo por tipo de minería (subterránea o cielo abierto) y tipo de carbón (hulla, antracita, lignito negro o lignito pardo). Los valores (medios) de estos factores se basan en medidas de concentraciones de grisú por tonelada de carbón en distintas cuencas mineras españolas, datos recopilados en un estudio sectorial elaborado por AITEMIN[39]. La información disponible fue complementada con juicios de expertos, relativos a:

- la composición del gas grisú, asumiendo que el gas se encuentra constituido esencialmente de metano[40];
- la caracterización de los carbones y técnicas extractivas en cada una de las cuencas analizadas en el estudio, a la hora de valorar la representatividad de los contenidos de metano obtenidos;
- la completitud de la información, estableciendo supuestos acerca de contenidos de metano en carbones extraídos a cielo abierto (*in-situ gas content*) que no aparecían explícitamente identificados en la fuente de referencia consultada. Tras el examen de

[37] Véase Manual Referencia 1996 IPCC, ecuación 1 (apartado 1.7.2.2) y ecuación 3 (apartado 1.7.2.3).

[38] El Manual Referencia 1996 IPCC no propone para el enfoque de nivel 1 un valor por defecto, sino un rango amplio para cada tipo de minería en función del nivel de metano contenido.

[39] AITEMIN (Asociación de Investigación Tecnológica de Equipos Mineros), "Medición de la concentración de grisú en capa en diversas cuencas carboníferas españolas", 1989.

[40] En el Libro Guía EMEP/CORINAIR, capítulo B511, apartado 9, se informa de una especiación del gas grisú con un contenido de metano entre el 80% y 95% (Williams 1993). Según esta misma fuente, las concentraciones de dióxido de carbono resultan inferiores al 6% y el contenido de nitrógeno no supera el 8%.

los valores recogidos en el informe y los rangos propuestos por IPCC[41] se ha asumido que los valores de los factores de la minería a cielo abierto son un orden de magnitud inferiores a sus homólogos de la minería subterránea;

- las emisiones procedentes de capas adyacentes en la minería a cielo abierto (*assumed emission factor for surrounding strata*). Los expertos no estiman significativas las emisiones asociadas a esta fuente, por lo cual se asume válido obviar tal componente en la ecuación asociada al enfoque de nivel 2 de IPCC para la minería a cielo abierto;
- la fracción de gas emitido durante el almacenamiento y primer tratamiento de carbones. Basándose en un juicio de experto se ha establecido que el 20% del contenido de metano *in situ* de carbones procedentes tanto de minería subterránea como a cielo abierto es emitido durante el primer tratamiento y el almacenamiento. Dado que las emisiones son estimadas por separado se ha asignado un porcentaje del 10% a cada una de las dos actividades citadas.

En la tabla 3.10.3 se presentan los factores de emisión derivados de la información recopilada y de los juicios de expertos.

Tabla 3.10.3.- Contenidos medios y factores de emisión de CH_4 por tipo de carbón y actividad

	Factores de emisión de CH_4				
	Hulla	**Antracita**	**Lignito Negro**	**Lignito Pardo**	**Unidades.**
PRODUCCIÓN					
Contenido CH_4 (Cielo Abierto)	0,7	0,1	0,5	0,1	m^3 CH_4/t carbón
FE (Cielo Abierto)	469	67	335	67	g CH_4/t producción bruta
Contenido CH_4 (Subterránea)	7	1	5	NA	m^3 CH_4/t carbón
FE (Subterránea)	4.690	670	3.350	NA	g CH_4/t producción bruta
TRATAMIENTO					
FE (Cielo Abierto)	46,9	6,7	33,5	6,7	g CH_4/t consumida
FE (Subterránea)	469	67	335	NA	g CH_4/t consumida
ALMACENAMIENTO					
FE	469	67	335	6,7	g CH_4/t almacenada

Los factores de la tabla anterior han sido aplicados para la estimación de metano asumiendo que la totalidad del gas liberado en las actividades de minería es emitido, dado que no se ha dispuesto de información relativa a la instalación de sistemas de degasificación en minería subterránea o a la cantidad de metano recuperado con fines posteriores energéticos o consumido en antorchas. Por carencias de información tampoco ha sido posible evaluar las emisiones potenciales en minas abandonadas[42].

[41] Los rangos sugeridos en el Manual de Referencia 1996 IPCC para la metodología de nivel 1 son 10-25 m^3 CH_4/tonelada de carbón extraído para minería subterránea (ecuación 1, apartado1.7.2.2) y, para minería a cielo abierto, 0,3-2 m^3 CH_4/tonelada (ecuación 2, apartado 1.7.2.3.)

[42] Se hace notar que los factores de emisión de CH_4 que figuran en el CRF Reporter asociados a minería corresponden a los factores ponderados por las cantidades de cada tipo de carbón extraídas en cada tipo de minería. Los comportamientos diferenciados que presentan en función del tipo de actividad (extracción o primer tratamiento) y del tipo de minería (subterránea o cielo

En la tabla anterior de factores, véase columna de unidades, se han distinguido distintas variables de actividad, diferenciadas por tipo de carbón y/o técnica extractiva, en función de la actividad emisora:

- Para la extracción se ha seleccionado la producción bruta de carbones. Los datos, dispuestos a nivel provincial por clase de carbón y tipo de minería, son facilitados por la Subdirección General de Minas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

- Respecto al primer tratamiento de carbones, se ha adoptado como variable el consumo interior disponible (*domestic supply*) siguiendo las recomendaciones de expertos que aseguraban que la práctica totalidad del carbón consumido es tratado previamente antes de su uso final.

  La fuente de información principal son los balances energéticos de la Agencia Internacional de la Energía disponibles, complementada con el cuestionario internacional de carbones que elabora el MITYC. Los datos recopilados no presentan una distinción por tipo de minería y la clasificación de carbones no coincide con la determinada en los factores de emisión, al presentar agregadas hasta el año 2003 las partidas de hullas y de antracitas. En la elaboración posterior de la información, para subsanar las limitaciones en el nivel de desglose facilitado, se adoptaron los siguientes criterios: la aplicación de los porcentajes correspondientes a la producción bruta nacional para diferenciar por tipo de minería y de los ratios obtenidos en el cuestionario internacional de carbones referido al año 2004 para estimar por separado las cantidades anuales de hulla y de antracita asignadas al periodo 1990-2003.

- Para el almacenamiento, se toma como variable de actividad la cantidad en stock existente a final de año en cuatro categorías de localizaciones básicas: depósitos de las centrales térmicas de carbón, depósitos a pie de mina, depósitos en siderurgia y otros. La información procede de las siguientes fuentes: CARBUNION[43], Red Eléctrica Española[44] y de las estadísticas nacionales del carbón elaboradas por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio[45]. Sin embargo, al no proporcionar ninguna de las fuentes mencionadas un desglose por tipo de minería, se ha asumido que los carbones se extraen en minería subterránea, excepción hecha del lignito pardo, de procedencia exclusivamente nacional y del cual se conoce que su extracción se realiza a cielo abierto.

b) Apertura y extinción de los hornos de coque. Se ha seleccionado como método de estimación de metano el procedimiento sugerido por el Libro Guía EMEP/CORINAIR,

abierto) están basados en la distinta participación porcentual de tipos de carbones con alto contenido de metano (hulla y lignito negro) en los carbones extraídos.

[43] CARBUNION (Federación nacional de empresarios de minas de carbón) proporciona datos globales de pequeñas partidas almacenadas en siderurgia y 'Otros' hasta 1996, año a partir del cual se replican las cifras asumiendo estabilidad en la serie. El carbón depositado se asume que corresponde íntegramente a hulla.

[44] Red Eléctrica Española, en su estadística "Informe de explotación del sistema eléctrico", publica las existencias en centrales térmicas por tipo de carbón y planta.

[45] El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio facilita los datos de depósitos en minas por clase de carbón.

basado en la producción de coque, al presentarse éste en forma adecuada para el cálculo con la información disponible de actividad. Respecto al factor de emisión, se ha tomado el valor por defecto propuesto en el Libro Guía EMEP/CORINAIR (345 g CH_4/t coque)[46].

La producción de coque se desarrolla fundamentalmente dentro de plantas siderúrgicas integrales[47], cuya información asociada se ha recogido mediante cuestionarios a plantas. Los datos de producción en otros sectores, analizados al nivel de fuente superficial, se obtienen tras descontar de las cifras totales de producción reflejadas en los cuestionarios de carbones remitidos a la Agencia Internacional de la Energía y EUROSTAT, o en estadísticas nacionales ("Estadística de Fabricación de Pasta Coquizable, de Coquerías y de Gas de Horno Alto" del MITYC), la cantidad agregada obtenida de los cuestionarios de las plantas siderúrgicas integrales.

3.10.2.2.- Emisiones de CO_2

Aunque las emisiones fugitivas de CO_2 de la categoría 1B1 "combustibles sólidos" no constituyen una fuente clave del inventario, se hace mención por haberse tratado con una metodología específica nacional. En cuanto a su cobertura, se ha limitado en la presente edición del inventario, a falta de información relativa a emisiones potenciales de CO_2 en las actividades mineras[48], a las actividades de apertura y extinción en hornos de coque. Véase Anexo 3 para una descripción de sus aspectos metodológicos.

3.10.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre asociada a las variables de actividad de la minería del carbón (producción bruta, consumo interior disponible y/o existencias de carbones) se estima en torno al 5% para las actividades extractivas y al 2% para actividades posteriores de manipulación[49].

La distinción por tipo de carbones, caso del desglose entre hulla y antracita en el consumo interior bruto, o por clase de minería, caso de los almacenamientos o del consumo interior bruto, aumentaría la incertidumbre asignada inicialmente a los datos de actividad agregados. Estos elementos se han incorporado, por lo que respecta a la cuantificación de la incertidumbre, en los factores de metano, que, junto con la relación de supuestos establecidos (véase aspectos metodológicos), han llevado a cifrar las incertidumbres asociadas a los mismos en torno al 100% para la minería a cielo abierto, al 50% para la minería subterránea y también al 50% para las actividades posteriores. En la evaluación de

---

[46] Libro Guía EMEP/CORINAIR (ed. 1996), capítulo B146, Tabla 4, referencia [6] (Polonia, 1992).

[47] En la actualidad en España existen 2 coquerías localizadas en el sector siderúrgico.

[48] CO_2 en el gas de las vetas carboníferas, quemas de carbón, combustión y oxidación de residuos de carbón y otros materiales con carbono (véase Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, apartado 2.6.1.4)

[49] Esta estimación está en consonancia con las indicaciones de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, apartado 2.6.1.6, evaluando una incertidumbre en el rango de 1-2% con la posibilidad de incrementarse al 5% o, inclusive, el 10% en función de la variable de actividad seleccionada (producción vendible) o de la política nacional de explotación (existencia de minas no reguladas).

tales porcentajes, se ha tomado en consideración el orden de magnitud y/o rangos indicados para el enfoque de nivel 2 en la tabla de incertidumbres que figura en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC (tabla 2.14, apartado 2.6.1.6)[50].

Para el cálculo de la incertidumbre asociada a la producción de coque metalúrgico se combinan las incertidumbres de la producción en coquerías emplazadas en siderurgia y en las restantes coquerías. Se ha asumido una incertidumbre propagada próxima a la estimada para coquerías en siderurgia, al constituir este sector socioeconómico el principal productor nacional de coque y valorarse minoritaria la aportación del resto de sectores. Los expertos del sector han estimado que la incertidumbre correspondiente a la producción en el sector siderúrgico pudiera encontrarse en torno al 2%, dado que se trata de una información conocida por las empresas y suministrada directamente por las plantas vía cuestionario. Por otra parte, el factor de emisión de metano asociado a la categoría 1B1b tiene asociada una incertidumbre del 85%, derivada de los límites superior e inferior que constituyen los diferentes rangos propuestos por el Libro Guía EMEP/CORINAIR[51].

Con relación a la consistencia de las series, se hace notar que los factores de emisión de metano, al nivel en que son aplicados[52], se han mantenido constantes a lo largo del periodo inventariado. Por otra parte, para la determinación de las variables de actividad asociadas a minería, la información de base ha procedido de las mismas fuentes de referencia y el tratamiento de dicha información ha sido homogéneo a lo largo de los años. Por lo que se refiere a la variable de actividad de la producción de coque, se ha recogido la información de dos fuentes de base: a) el Cuestionario sobre Carbones que se remite a la Agencia Internacional de la Energía y EUROSTAT, y b) la Estadística de Fabricación de Pasta Coquizable, de Coquerías y de Gas de Horno Alto, optando según los años por la fuente cuyos datos se consideraban más acordes con los requerimientos de la industria siderúrgica.

3.10.4.- Control de calidad y verificación

En esta categoría se han realizado fundamentalmente procedimientos de control basados en el examen previo de los datos socioeconómicos recopilados, analizando la evolución de la serie en el periodo inventariado. Con relación a la variable de actividad asociada a la extracción de carbón, se ha valorado la consistencia de los datos con información complementaria relativa a la producción neta[53], examinando los factores de

[50] Minería a cielo abierto: factor de 2; subterránea: rango del 50 al 75%; y actividades posteriores: 50%.

[51] Libro Guía EMEP/CORINAIR, capítulo B146, tablas 8.2.b y 9.1. Se han recopilado los factores medios y rangos de metano o COV de la tabla 8.2.b para los procesos de coquización (sin combustión), desechando el valor central superior por considerarlo anómalo. Los datos analizados se han derivado aplicando, para el caso de los factores de COV, el contenido de metano reflejado en la tabla 9.1 correspondiente a la fuente en cuestión.

[52] En el caso concreto de la minería, primer tratamiento y almacenamiento, la estimación se realiza por tipo de carbón y tipo de minería.

[53] Memoria Anual de la Federación Nacional de Empresarios de Minas de Carbón (CARBUNION)

pérdidas implícitos resultantes (ratio producción neta/producción bruta) por modo de extracción y tipo de carbón.

Cabe reseñar que, para la producción bruta de carbones, la información de base se solicita desglosada a nivel provincial, por tipo de minería y clase de carbón. Este desglose territorial de la información de base facilita la detección de valores anómalos e imputaciones incorrectas de cantidades a partir de un análisis individual de las series provinciales y de la tipificación de la minería de carbón y de las clases de carbón extraídas por provincia.

3.10.5.- Realización de nuevos cálculos

Con respecto a esta categoría se ha efectuado una reestimación de los datos de actividad para 2007 relativos a los procesos de primer tratamiento del carbón. Tras detectarse un error en la asignación, se han corregido las cuotas de participación del consumo del lignito negro según técnica extractiva, incrementándose la cantidad asignada a la minería superficial en detrimento del lignito negro procedente de la extracción subterránea. Esta reubicación del consumo por tipo de minería provoca, en términos de CO_2 equivalente, un descenso de 0,84 Gg (-0,09%) en la estimación de CH_4 emitido en el conjunto de estas actividades para 2007 con respecto a la edición anterior.

En las figuras 3.10.2 y 3.10.3 se muestra la repercusión de esta modificación arriba comentada sobre CO_2-equivalente en términos absolutos y porcentuales.

Figura 3.10.2.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

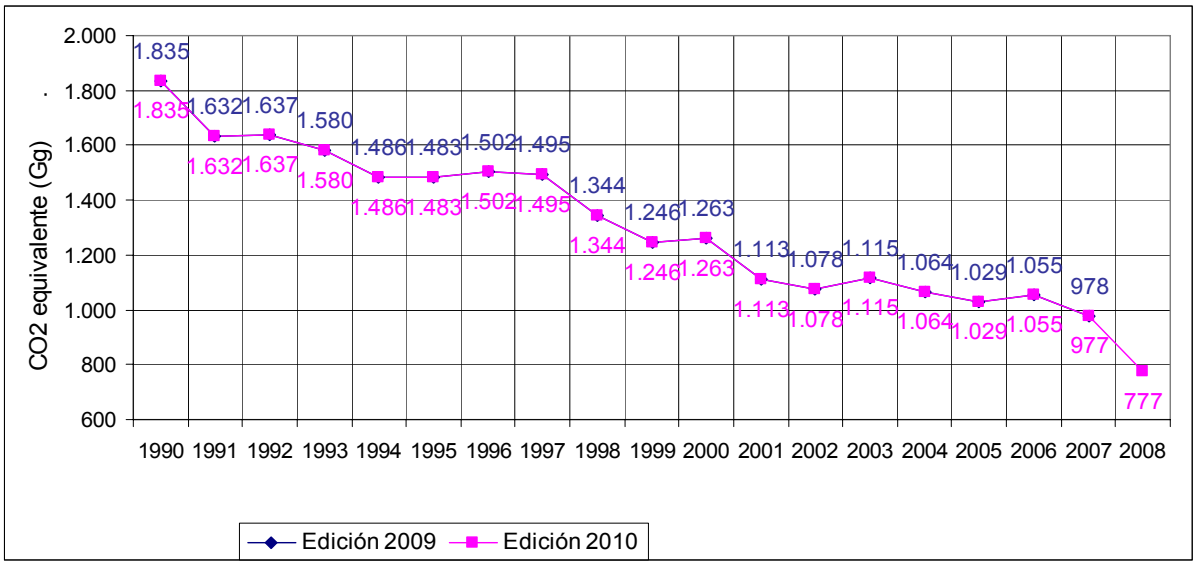
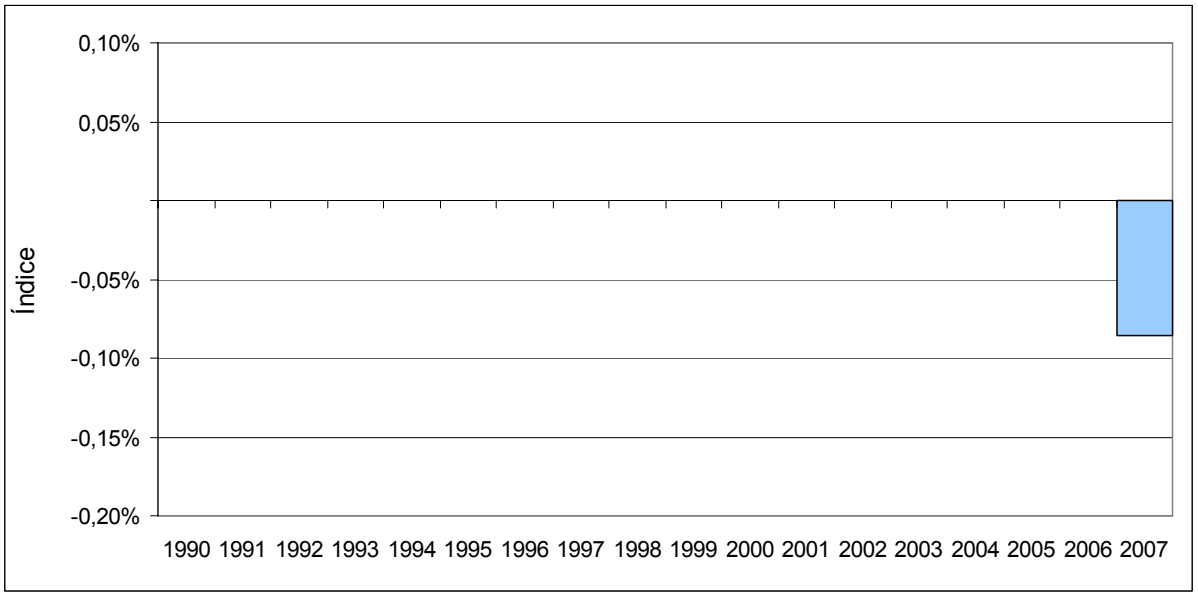


Figura 3.10.3.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



3.10.6.- Planes de mejoras

Se plantea la introducción en el inventario de información individualiza por planta de las coquerías no emplazadas en siderurgia integral mediante el cuestionario que estas instalaciones, sometidas al régimen de Comercio de Derechos de Emisión, facilitarán a través de sus respectivas comunidades autónomas a la Administración General del Estado. Se considera que este desarrollo posibilitará una mejora sustancial en la fiabilidad de los datos de producción nacional de coque, variable de actividad empleada para la manufactura de combustibles sólidos. Este planteamiento puede asimismo mejorar la precisión de la estimación de los gases siderúrgicos del balance de combustibles del inventario (véase también el comentario del epígrafe **3.4.6**).[54]

3.11.- Emisiones fugitivas – petróleo y gas natural (1B2)

3.11.1.- Descripción de la actividad

Esta categoría integra las emisiones generadas en los procesos de extracción, almacenamiento, transporte, procesamiento o eliminación de combustibles derivados del

[54] En la edición actual se ha remitido a las comunidades autónomas un cuestionario, diseñado en colaboración con el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, para recopilar variables de interés cubiertas en la directiva que regula la declaración de cada complejo a Comercio de Derechos de Emisión. La respuesta alcanzada en este primer año ha sido dispar a nivel de planta y así, en el caso concreto de las coquerías no emplazadas en siderurgia, la omisión de información en las declaraciones, con desglose por procesos, no ha permitido estimar con datos directos de planta la producción de coque en el conjunto de estas instalaciones.

petróleo o gas natural en los que no se realiza un aprovechamiento energético del combustible. Así, se incluyen entre otras actividades la quema en antorchas de petróleo o gas natural, pero no las actividades de combustión destinadas a proporcionar energía en los procesos extractivos o de transformación[55].

Los flujos de emisiones estimados para las actividades de esta categoría son los siguientes:

a) Emisiones en las plataformas de perforación y exploración de hidrocarburos, integrando las fugas de compuestos orgánicos, venteos e incineración en antorchas.

b) Evaporación y pérdidas de compuestos orgánicos en las plataformas de producción durante la extracción, primer tratamiento y carga para su posterior transporte, distinguiendo entre gas natural y crudo de petróleo.

c) Fugas en terminales marinos de crudo (contempla operaciones de carga-descarga de buques petroleros, manipulación y posterior almacenamiento en depósitos ubicados en los terminales).

d) Fugas en sistemas de suministro de combustibles gaseosos, distinguiendo entre redes de transporte y distribución.

e) Pérdidas en el procesamiento de productos petrolíferos y gas natural[56], distinguiendo por tipo de operación y clase de combustible.

f) Emisiones intencionadas de gas, por cuestiones de seguridad, en las plantas de procesamiento y en sistemas de suministro del gas natural mediante el venteo directo del gas o la combustión del mismo en antorchas[57].

Tras el proceso de refinamiento del crudo, los productos resultantes contienen cantidades no significativas de metano, por lo cual no se estiman emisiones de este contaminante. Sin embargo, en fases posteriores del proceso de refino tienen lugar emisiones de COVNM, estimándose las asociadas a distribución de productos petrolíferos, con tratamiento individualizado de la gasolina, y almacenamiento de productos petrolíferos.

Esta categoría 1B2 se ha identificado como fuente clave por su nivel de emisiones de CO_2, situándose ya en un segundo término la contribución en forma de metano. Otro gas de efecto invernadero emitido es el N_2O, cuyos niveles de emisión, significativamente inferiores en términos de CO_2-eq, se estiman exclusivamente en las antorchas de gas y exploración de

[55] Es importante precisar que la quema en antorchas de petróleo se refiere a la actividad productiva de la cabecera de la industria petrolífera, pero no a la quema en las antorchas en la siderurgia, pues las emisiones de esta última se encuadran en la categoría 2C1.

[56] Los procesos de tratamiento del gas natural, como el caso de la recuperación de azufre, se han estimado en conjunto con las pérdidas en extracción, primer tratamiento y carga.

[57] Para el gas natural la información diferenciada disponible de quema en antorchas se refiere exclusivamente a las plantas de regasificación y almacenamientos subterráneos.

hidrocarburos. En la tabla 3.11.1 se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero por contaminante.

Tabla 3.11.1.- Emisiones de CO_2-eq *(Cifras en Gigagramos)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2	1.656,31	1.800,20	2.113,53	2.086,95	2.061,58	2.188,86	2.391,59	2.172,79
CH_4	586,72	761,96	726,34	763,13	848,82	559,56	499,74	507,07
N_2O	0,0314	0,0204	0,0333	0,0357	0,0743	0,1017	0,0290	0,0236
Total CO_2-eq	**2.243,06**	**2.562,17**	**2.839,90**	**2.850,12**	**2.910,48**	**2.748,52**	**2.891,36**	**2.679,88**

Las principales fuentes de CO_2 en petróleo y gas natural son los procesos de la industria de refino de petróleo (categoría IPCC 1B2a.iv Refino/Almacenamiento). El craqueo catalítico fluido, a pesar de ir descendiendo su participación, constituye la principal fuente emisora, representando en 2008 el 66,6% de las emisiones estimadas para la categoría 1B2. Alejadas de estos porcentajes se sitúan otros procesamientos de productos petrolíferos [58], con una participación relativa del 16,4%, en 2008, y las antorchas en refinerías, que reflejan, a pesar de la caída de sus emisiones en 2008, un incremento en los niveles de emisión en los dos últimos años del periodo con respecto a años precedentes, alcanzando el 14,9% de las emisiones en 2008[59]. Así, según se concluye de la tabla 3.11.2, la emisión de CO_2 en la categoría 1B2 registra un incremento del 31,1% en 2008 respecto a 1990, resultado del aumento observado en el refino y almacenamiento de productos, cifrado en un 24,6%, y del ascenso notable en las antorchas, que ha sido estimado en un 85,5% (combinación del descenso del 26,8% para las antorchas de gas y el aumento del 92,5% para la incineración en antorchas de petróleo). En la figura 3.11.1 se complementa la información anterior representando las contribuciones de cada una de las fuentes sobre las emisiones totales de CO_2 en la categoría IPCC 1B2.

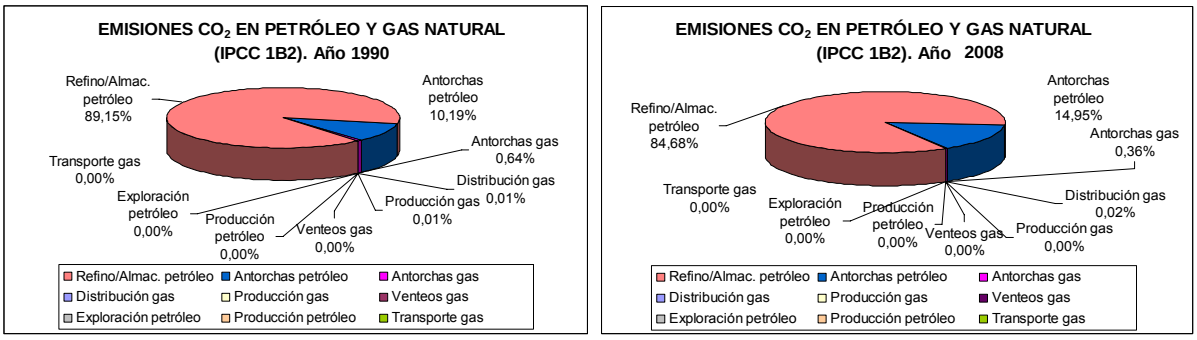
[58] En la categoría de otros procesamientos de productos petrolíferos se estiman emisiones de CO_2 generadas en la calcinación de coque y en la producción de hidrógeno.

[59] Pendiente de una contrastación posterior, el incremento de los niveles de emisiones (valores absolutos y factores de emisión por crudo procesado) parece estar relacionado con una mejora del método de estimación, que anteriormente estaba en buena parte referida al crudo procesado y, desde un pasado reciente, se empieza ya a disponer de información específica de volúmenes y composición de los gases quemados en antorchas. En concreto, la disponibilidad de información específica a partir del año 2007 para una de las plantas del sector ha representado un incremento notable en su factor de emisión implícito por masa de crudo procesado (significativamente superior al factor por defecto, aplicado para los años anteriores), repercutiendo de manera considerable en los niveles de emisión y en el factor de emisión implícito estimados para el conjunto del sector de refino (esta mejora de la información en los años recientes plantea el reto de su extrapolación al pasado para garantizar la coherencia temporal de la serie).

***Tabla 3.11.2.- Emisiones de CO_2** (Cifras en Gigagramos)*

Categoría IPCC		1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
1B2a.i	Exploración de petróleo	0,03	0,02	0,05	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00
1B2a.ii	Producción de petróleo	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1B2a.iv	Refino/Almac. Petróleo	1.476,60	1.608,97	1.908,18	1.876,29	1.843,82	1.927,37	1.884,70	1.839,84
1B2b.ii	Producción de gas	0,12	0,04	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00
1B2b.iii	Transporte de gas	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
1B2b.iv	Distribución de gas	0,18	0,01	0,21	0,24	0,17	0,23	0,15	0,40
1B2c.ii	Venteos gas	0,07	0,00	0,20	0,20	0,18	0,06	0,01	0,03
1B2c.i	Antorchas de petróleo	168,70	184,47	193,88	198,26	192,71	227,69	497,20	324,76
1B2c.ii	Antorchas de gas	10,58	6,69	10,99	11,89	24,66	33,49	9,50	7,75
1B2	**Petróleo**	**1.656,27**	**1.800,17**	**2.113,48**	**2.086,93**	**2.061,58**	**2.188,86**	**2.391,57**	**2.172,79**

Figura 3.11.1.- Principales actividades emisoras de CO_2



El procesamiento de crudo en las 10 refinerías existentes en España, de procedencia exterior en su práctica totalidad, experimenta una tendencia general al alza, con variaciones interanuales moderadas, pasando de 53.556 kt en 1990 a 62.779 kt en 2008, lo cual representa un aumento del 17,2%.

Cabe reseñar que la evolución de las emisiones en antorchas de petróleo en los primeros años del periodo presenta una elevada correlación con la serie de crudo procesado, ya que, si bien su puesta en funcionamiento es una medida de seguridad y, por tanto, el volumen incinerado y emitido está en función de condicionantes más complejos, tales como el tipo de gas, la existencia de periodos de parada en la refinería o excesos de producción, el procedimiento de estimación aplicado por defecto toma esa cantidad como valor de la variable de actividad (véase *Aspectos metodológicos* para mayor detalle). La creciente disponibilidad de información específica en el sector del refino con relación a las emisiones en antorchas ha determinado la evolución mostrada por la serie de emisiones en los últimos años del periodo, en los cuales se aprecia la erraticidad propia de esta variable de actividad.

El segundo contaminante en importancia, representando aproximadamente una cuarta parte de las emisiones de CO_2-eq estimadas para esta categoría IPCC (rango del 17% a 32% de las emisiones totales), es el metano. Las emisiones de este contaminante se cifran para 2008 en 507 Gg de CO_2-eq, lo cual constituye, frente a los 587 Gg estimados para 1990, un descenso del 13,6%. Las principales aportaciones tienen lugar en forma de gas natural fugado en las redes de distribución, con una contribución estimada al metano global para esta categoría de 87,8% en 2008, o venteado en el sistema de transporte, con un 6,8%

en 2008. La evolución heterogénea de esta última fuente emisora, junto a la pauta más uniforme observada (descenso inicial seguido de un periodo de crecimiento) en las emisiones de distribución de gas, determina el perfil de las emisiones globales.

3.11.2.- Aspectos metodológicos

Este apartado se centra en la exposición de la metodología aplicada para la estimación de dióxido de carbono, contaminante por el cual esta categoría adquiere la consideración de fuente clave, completándose con un análisis semejante para el metano.

Con objeto de facilitar una visión preliminar de las fuentes de emisión, se reseña que la actividad denominada "procesamiento de productos petrolíferos" engloba, a su vez, distintas fuentes emisoras que han sido tratadas de forma individual. Por su parte, los sistemas de suministro de gas natural aparecen desglosados por tipo de instalación o naturaleza de las pérdidas. Se presenta a continuación, en las tablas 3.11.3 (procesamiento de productos petrolíferos) y 3.11.4 (suministro de gas natural) la relación de fuentes estimadas en dichas actividades y su correspondencia con las categorías IPCC.

Tabla 3.11.3.- Procesamiento de productos petrolíferos

	Fuente emisora[(a)]		Contaminante	
Categoría IPCC	**Tipo de proceso**	**Descripción**	**CO_2**	**CH_4**
1B2a.iv Refino/Almac. petróleo	Separación	Destilación al vacío		√
	Conversión	Coquización retardada		NE[(c)]
		Calcinación de coque	√	
		Craqueo catalítico en lecho fluido[(b)]	√	√[(d)]
	Tratamiento	Hidrotratamientos	√	
		Reformado con vapor	√	
		Hidrodesulfuración	√	

Nota: Para las restantes actividades de procesamiento llevadas a cabo en las refinerías, tales como la destilación atmosférica o endulzamiento de destilados, no se disponen de factores de emisión aunque se asume sean de escasa representatividad.
(a) Emisiones directas de proceso
(b) Emisiones en el regenerador del catalizador
(c) No se ha encontrado factor de emisión en la literatura
(d) Emisiones significativas si la unidad de craqueo catalítico fluido no dispone de filtros electrostáticos (Libro Guía EMEP/CORINAIR, capítulo B411, Tabla 8.1). En España, las instalaciones cuentan con esta técnica de control

Tabla 3.11.4.- Sistemas de suministro de gas natural

	Fuente emisora		Contaminante	
Categoría IPCC	**Tipo de red/ instalación**	**Descripción**	**CO_2**	**CH_4**
1B2b.iii Transporte de gas	Transporte	Gasoductos	√	√
1B2b.iv Distribución de gas	Distribución	Red de distribución, acometidas y estaciones de regulación y medida (ERM)	√	√
1B2c.ii Venteos de gas	Transporte	Estaciones compresoras	√	√
	Transporte	Estaciones de regulación y medida (ERM)	√	√
	Transporte	Plantas de regasificación	√	√
	Transporte	Almacenamientos subterráneos	√	√
1B2c.ii Antorchas de gas	Transporte	Plantas de regasificación	√	√
	Transporte	Almacenamientos subterráneos	√	√

En la selección de procedimientos metodológicos se ha analizado individualmente cada fuente emisora, evaluando la metodología y el factor de emisión más apropiado a la vista de la disponibilidad de las variables socioeconómicas asociadas y de su contribución a las emisiones totales de la categoría.

3.11.2.1.- Emisiones de CO_2

Las emisiones de CO_2 de la categoría 1B2 se han calculado agrupando las estimaciones realizadas para cada fuente potencialmente emisora reseñada en el apartado anterior. Se describen a continuación los aspectos metodológicos de cada una de ellas:

a) Plataformas de exploración y perforación de hidrocarburos. España es un país eminentemente importador de crudo y gas natural, resultando completamente marginales los niveles de actividad en el sector nacional vinculado a la prospección y extracción de hidrocarburos. Por tal motivo, y de acuerdo a los principios expuestos en la tabla 2.13 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, la estimación de emisiones asociadas a esta actividad se realiza con la metodología y el factor de emisión de nivel 1 propuestos en dicho documento[60].

Para cada tipo de plataforma, ya sea exploración o perforación, el factor de emisión, referido al número de pozos activos, recoge las emisiones totales (fugitivas, venteos y/o antorchas) generadas en los procesos de perforación. Con relación a los datos de actividad, la información disponible, recopilada de las publicaciones anuales de OILGAS, *Enciclopedia Nacional del Petróleo, Petroquímica y Gas*, no distingue por tipo de combustible. Así, dado el nivel de agregación existente en la información de base y en el factor de emisión, se ha optado por presentar en el CRF Reporter las emisiones totales asociadas a plataformas de exploración y perforación de crudo y gas dentro de la categoría 1B2ai, informando de tal decisión en las restantes categorías asociadas a esta actividad (etiqueta “IE”).

b) Plataformas de extracción de hidrocarburos. El criterio determinante para la elección del método de estimación ha sido la disponibilidad de información de las variables socioeconómicas, lo que ha motivado la adopción en ambos casos de la metodología simple expuesta en el Libro Guía de EMEP/CORINAIR[61].

La fuente de referencia consultada para la determinación de los factores de emisión ha sido la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC[62]. Para el caso del crudo de petróleo, el factor de emisión por unidad de masa se deriva del factor propuesto en la guía metodológica, expresado en términos de volumen extraído, y de una densidad media de 0,85 kg/l para el crudo producido[63].

---

60 Véase capítulo 2, tabla 2.16, de la citada guía.

61 Véase capítulo B521, apartado 4, del citado documento.

62 Véase capítulo 2, tabla 2.16, de la citada guía.

63 Valor medio para la producción nacional de crudo deducido de la información anual por concesión proporcionada por el MITYC en la “Estadística de Prospección y Producción de Hidrocarburos”.

La variable de actividad para ambos tipos de combustible es la cantidad nacional extraída, dato recopilado de estadísticas nacionales elaboradas por el MITYC, "Estadística de Prospección y Producción de Hidrocarburos".

c) Calcinación de coque. Para estimar las emisiones en esta fuente emisora se ha aplicado un balance de masa de carbono en coque (pérdida de carbono durante la calcinación del coque verde). De acuerdo con la clasificación expuesta en el Manual de Referencia 1996 IPCC, apartado 1.5, este procedimiento se considera un enfoque metodológico de nivel 2 ya que el consumo de combustible, en este caso para uso no energético, aparece identificado para una clase de instalación suficientemente homogénea.

A partir de un balance de masa de carbono, elaborado con información facilitada para el año 2008 por la única planta que realiza este proceso (masa y contenido de carbono en la carga y producción del calcinador), se ha derivado un factor de pérdida de volátiles y carbono contenidos en el coque verde, expresado en términos de masa de carbono por unidad de masa calcinada. Asumiendo la oxidación completa del carbono estimado en la pérdida, se ha empleado para los años del periodo el factor de emisión de CO_2 resultante de aplicar el factor de elevación de masa de carbono a CO_2 (44/12) al factor de pérdidas calculado para 2008.

La masa de coque verde procesado en las unidades de coquización es un dato directo de planta al tratarse de una información solicitada en los cuestionarios remitidos a las propias refinerías.

d) Regenerador del catalizador en el craqueo catalítico fluido (FCC). Dado que el catalizador desactivado del FCC se regenera mediante la combustión del coque retenido, se han estimado las emisiones según un balance de masa de carbono contenido en dicho coque[64]. De acuerdo a la clasificación expuesta en el Manual de Referencia 1996 IPCC, apartado 1.5, este procedimiento se considera un enfoque metodológico de nivel 2 ya que el consumo de combustible, en este caso para uso no energético, viene especificado para una clase de instalación suficientemente homogénea.

En el cálculo de emisiones se aplica un factor de emisión fijo de 3.366 kg CO_2 por tonelada de coque retenido en catalizador, valor derivado a partir de un contenido medio de carbono en el coque verde del 91,8% (3.366=(44/12) · 0,918 · 1000, siendo el ratio (44/12) el factor de elevación a masa de dióxido de carbono). Para determinar la composición media del coque se ha consultado la tabla 7.3 de la publicación "Refino de petróleo, gas natural y petroquímica" [65], referida en lo sucesivo como "Referencia Refino".

La masa de coque retenido en el catalizador de las unidades de FCC es un dato directo de planta al tratarse de una información solicitada en los cuestionarios remitidos a las propias refinerías.

---

[64] Las refinerías no informan de generadores de vapor o turbinas de gas en las unidades de craqueo que aprovechen el calor generado con la combustión del monóxido de carbono residual originado en la regeneración del catalizador. No existen, por tanto, problemas por doble contabilización.

[65] "Refino de petróleo, gas natural y petroquímica". Fundación Fomento Innovación Industrial. 1997.

e) Plantas de hidrógeno, reformado con vapor y plantas recuperadoras de azufre. Las refinerías proporcionan, vía cuestionario, emisiones estimadas por tipo de instalación, basándose en los combustibles utilizados como materia prima y en las características del proceso.

f) Antorchas en refinerías de petróleo. Las antorchas pueden incinerar gran diversidad de combustibles gaseosos como gas de refinería, de purga, ácido o gases residuales procedentes de las plantas de recuperación de azufre. La composición y capacidad energética son características sumamente variables en función tanto del tipo de gas como de la propia refinería, lo cual impide establecer unos factores por defecto generales. Dada la deficiente cobertura informativa por planta de las cantidades y composiciones de los gases quemados en antorchas, se adoptó por defecto el enfoque metodológico de nivel 1 propuesto en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, apartado 2.7.1.1, siendo completado con las declaraciones de CO_2 emitido por parte de las propias refinerías.

El factor de emisión empleado es de 3,15 kg CO_2 por tonelada de crudo procesado, derivado de un contenido medio de carbono en el crudo de petróleo y una fracción de carbono emitido en antorchas. Tomando un valor medio de 86% de C en el crudo y de 0,1% del carbono total del crudo[66], se obtiene el factor según la ecuación: $3,15 = (44/12) \cdot 0,86 \cdot 0,001 \cdot 1000$. Para establecer una composición media del crudo de petróleo se ha consultado la "Referencia Refino"[67].

La cantidad de crudo procesado es un dato directo de planta al tratarse de una información solicitada en los cuestionarios remitidos a las propias refinerías. Según ya se ha comentado, algunas refinerías anexan con la información anterior estimaciones de CO_2 emitido en antorchas, dando en tal caso preferencia a las emisiones facilitadas por estar calculadas a partir del conocimiento tanto del volumen de gas como de la composición promedio de la mezcla incinerada.

g) Red de transporte de gas natural (incluye gasoductos, estaciones compresoras, estaciones de regulación y medida, almacenamientos subterráneos y plantas de regasificación). Para la estimación de emisiones en fugas y venteos, se aplica una metodología específica nacional. Por lo que respecta a las antorchas, de acuerdo a la clasificación expuesta en el Manual de Referencia 1996 IPCC, apartado 1.5, el procedimiento de estimación se considera un enfoque metodológico de nivel 2, ya que el consumo de combustible, en este caso para uso no energético, viene especificado para una clase de instalación suficientemente homogénea.

La información, recogida vía cuestionario a las empresas gestoras de las distintas instalaciones de la red, comprende la longitud de la red de transporte, los volúmenes anuales de gas natural emitidos y/o cantidades incineradas por planta (caso de estaciones

[66] Fracción de carbono emitido valoración facilitada por expertos del programa EMEP/CORINAIR.

[67] "La composición del petróleo es muy variada... Los elementos preponderantes son el carbono (84-87% en peso).." (pág.30).

compresoras, almacenamiento subterráneo y plantas de regasificación), así como las pérdidas de gas natural a nivel agregado para los gasoductos[68].

Los volúmenes totales de gas natural emitido en las instalaciones son estimados por las empresas del sector a partir del número registrado de venteos y una estimación del volumen emitido en cada uno de ellos basada en la capacidad de las instalaciones y/o colectores que se ven afectados en el proceso de venteo, o en su defecto, a partir de datos de caudales y periodicidad del ciclo de venteo. Para el caso de las estaciones de regulación y medida, el volumen de gas venteado ha sido estimado adoptando un factor medio de pérdida por longitud de tubería propuesto por el sector (42 m^3/km)[69]. Por lo que respecta a los gasoductos, la información de las fugas es un dato directo de las empresas. La completitud de las series disponibles de emisiones de gas natural por tipo de instalación y/o planta identificada se ha asegurado estimando datos no disponibles en los primeros años del periodo inventariado mediante procedimientos de regresión o ratios de elevación.

La información solicitada vía cuestionario relativa a las emisiones se complementa con una composición molar media anual del gas natural transportado, lo cual permite estimar, para cada empresa, un contenido medio anual de CO_2 y un contenido de carbono total en el gas natural. En la tabla 3.11.5 siguiente se recogen los contenidos obtenidos.

Tabla 3.11.5.- Estimación de contenidos medios de CO_2 y carbono en el gas natural *(% en masa)*

	CO_2	C (total)
1990	0,90%	74,05%
1991	0,90%	74,05%
1992	0,75%	74,28%
1993	0,38%	74,84%
1994	0,08%	75,23%
1995	0,03%	75,13%
1996	0,11%	74,51%
1997	0,24%	73,66%
1998	0,27%	72,45%
1999	0,32%	72,40%
2000	1,03%	74,23%
2001	1,10%	74,37%
2002	1,10%	74,50%
2003	1,00%	74,48%
2004	1,11%	74,42%
2005	0,78%	75,01%
2006	1,02%	74,66%
2007	0,62%	74,73%
2008	1,57%	74,05%

Nota: Elaboración a partir de las características químicas medias anuales facilitadas por la principal empresa de transporte.

[68] Las instalaciones cubiertas para el año 2008 son: 6 plantas de regasificación, 12 estaciones de compresión y 2 almacenamientos subterráneos.

[69] Estimación basada en los documentos de trabajo elaborados por el Grupo de Trabajo y Seguridad Medio Ambiental MARCOGAZ (Asociación Técnica de la Industria Europea del Gas Natural), seleccionando el factor propuesto para gasoductos, incluyendo válvulas.

Las emisiones de CO_2 generadas en venteos o fugas de gas natural se han calculado aplicando el contenido de CO_2 correspondiente al volumen de gas estimado o declarado por cada empresa. El procedimiento de estimación difiere del anterior cuando se trata de las emisiones en antorchas pues, al tener lugar en este caso una combustión de gas natural, se considera que el 99,5%, fracción de oxidación por defecto de IPCC, del carbono total contenido en el gas natural es oxidado (es decir, factor de emisión $CO_2 = (44/12) \cdot (\%C\ total/100) \cdot 0{,}995$).[70]

Se hace notar que, en el CRF Reporter, se ha tomado el gas natural total suministrado[71] como variable socioeconómica para la categoría 1B2biii (Transporte de gas natural). Se ha adoptado esta decisión para seguir un criterio de homogeneidad con la variable sugerida en el CRF Reporter para la distribución de gas natural (1B2biv), que es el gas consumido. Sin embargo, para la estimación de emisiones se han utilizado las propias pérdidas de gas natural. Al calcular el cociente entre ambas variables, pérdidas y gas suministrado, se obtiene una serie con una tendencia global a la baja que no refleja una pauta uniforme, presentando tramos de incremento sostenido seguidos por intervalos con pendiente descendente. Esta evolución dispar observada tanto en la serie de valores absolutos (pérdidas) como porcentuales (ratio de pérdidas), en contraste con el crecimiento exponencial experimentado en el suministro de gas natural, está claramente marcada por la variabilidad registrada en los venteos de las plantas de regasificación, principal fuente emisora en el sistema de transporte de gas natural[72].

h) Red de distribución de gas (incluye tuberías, acometidas y estaciones de regulación y medida, ERM). Para la estimación de emisiones de estas actividades se aplica una metodología específica nacional. En el desarrollo del procedimiento de cálculo se han tenido en cuenta estudios de la principal empresa distribuidora de gas natural emprendidos con el propósito de contrastar los factores de emisión propuestos en su procedimiento de control interno de emisiones[73] para acometidas, ERM y conductos, diferenciados en este último caso por material de tubería y presión. Los informes facilitados por dicha empresa proporcionan tanto un análisis comparativo con factores bibliográficos

[70] Las empresas gestoras de plantas de regasificación y, parcialmente, de almacenamientos subterráneos han facilitado información específica a nivel de empresa de las composiciones medias anuales del gas natural adquirido, la cual ha sido aplicada a los respectivos volúmenes de gas natural declarados. En su defecto se han asimilado las características proporcionadas por la principal empresa de transporte.

[71] El gas natural suministrado se calcula sumando las cantidades consumidas con fines energéticos (consumo estimado en la categoría IPCC 1A), no energéticos (insumos empleados en la industria petroquímica) y pérdidas durante el transporte y distribución de gas natural.

[72] Los venteos en las plantas de regasificación han contribuido en el periodo 1990-2006 entre el 68,6% y el 96,7% del volumen total de gas natural emitido en el sistema de transporte nacional. Para 2007 y 2008 el nivel de gas venteado en estas instalaciones experimenta un descenso significativo, lo cual repercute, consecuentemente, en su participación relativa, que se reduce hasta el 34,1% en 2008..

[73] "Evaluación de fugas en redes de distribución de gas natural. Propuesta de modificaciones al procedimiento PGM-087-E Rev.2" (AMF-LITEC 05/T/5), 2005 y "Evaluación de fugas en redes de distribución de gas natural. Determinación del factor de emisión para líneas de Polietileno-Media Presión B" (AMF-LITEC 05/T/8), 2005.

como resultados empíricos obtenidos en un estudio de campo[74] específicamente diseñado en el ámbito de investigación de la empresa distribuidora ante la repercusión de la fuente emisora. El procedimiento de determinación empírica se centró en el factor de emisión de gas natural en la red de distribución entre 0,4 y 4 bar (media presión B) con tuberías de polietileno, dada su elevada aportación a las emisiones de gas natural totales y a las diferencias detectadas entre el factor originalmente propuesto en su procedimiento de control y los sugeridos en literatura para dicha presión y material.

El método de estimación desarrollado en el inventario estima el gas natural global emitido en todo el sistema de transporte (tuberías, acometidas y ERM) por tipo de material de la tubería y presión de trabajo. Para el cálculo del CO_2 emitido se ha aplicado la composición media anual del gas natural facilitada por la principal empresa nacional de transporte (véase subapartado anterior).

En la tabla 3.11.6, se muestran los factores de emisión utilizados, diferenciados por combinación de material de tubería y presión de trabajo de la línea de distribución principal, empleados para la estimación conjunta de emisiones de gas natural en la línea de distribución principal, las acometidas y las ERM. La inclusión de las acometidas y las ERM en el factor de emisión se ha efectuado asumiendo sendos porcentajes sobre el gas emitido en las líneas de distribución: del 55% en el caso de las acometidas[75] y del 2% para las ERM[76].

Tabla 3.11.6.- Factores de emisión de gas natural por tipo de tubería *(m^3N/km de red)*[(1)]

	Presión de trabajo(*)			
Materiales	**APA**	**MPB**	**MPA**	**BP**
Acero	1,20	1,10	1,00	0,80
PVC		15,50	7,80	4,70
Fibrocemento		37,20	9,30	7,80
Fundición dúctil		10,10	2,60	2,30
Fundición gris		10,10	9,30	7,80
Plancha asfaltada		37,20	14,00	12,40
Plomo				7,80
Polietileno	1,00	0,50	0,30	0,30

(1) Longitud de red a mediados del año.
(*) APA (Alta Presión A): entre 4 y 16 bar; MPB(Media Presión B): entre 0,4 y 4 bar (en la práctica, generalmente 4 bar); MPA: entre 0,05 a 0,4 bar (en la práctica entre 100 y 150 mbar); BP (Baja Presión): inferior a 50 mbar.

[74] Muestra de medidas en 21 estaciones de regulación y medida aplicando el método de variación de presión para la determinación de fugas (AMF-LITEC 05/T/8).

[75] Rango considerado en Eurogas-Marcogaz para las acometidas: 20-90% de las fugas en línea de distribución ("Joint Group Environment, Health and Safety. Working Group on Methane. Emissions Methodology for estimation of methane emissions in the gas industry. Final working group report. 2003").

[76] La carencia de información precisa para la estimación de fugas en ERM en la presente edición se ha suplido asumiendo la relación observada entre los volúmenes de gas fugado en tuberías y en ERM estimados con la metodología aplicada en la edición 2005.

La longitud de las redes de distribución por tipo de tubería (cruce material * presión de trabajo) correspondiente a final de cada año es facilitada por la Asociación Española del Gas, SEDIGAS. Asumiendo una evolución uniforme de la variable, se calcula la longitud a mediados de año promediando las longitudes por tipo de tubería al final del año correspondiente y del año anterior.

En la serie de las pérdidas de gas natural asociadas al sistema de distribución se evidencian tres periodos: de 1990 a 1992 y de 2001 a 2008 con un incremento de emisiones de gas como consecuencia del desarrollo en las infraestructuras gasistas; y de 1992 a 2001, en el que descienden las emisiones por la sustitución de tuberías de mayor potencial emisor (fibrocemento, fundición gris o plancha asfaltada) que contrarresta el crecimiento de la red. Las medidas implementadas para mejorar la red de distribución y reducir las fugas de gas natural han sido la eliminación progresiva de tuberías de materiales con mayores fugas a partir del año 1992 e instalación de tuberías de polietileno, de menor potencial emisor. Como consecuencia de estas actuaciones los ratios de gas natural fugado por unidad de longitud de red o unidad de volumen de gas distribuido muestran un incremento hasta 1992 seguido de una evolución decreciente a partir de tal fecha.

Otros combustibles gaseosos distribuidos por tuberías son los gases licuados del petróleo, el aire propanado y, hasta 1999, el gas manufacturado de nafta y carbón. Dada la composición química de estos combustibles se ha considerado que las fugas de los mismos son fuentes emisoras únicamente de COVNM.

Se hace notar que la variable socioeconómica solicitada en el CRF Reporter es la energía consumida de combustibles gaseosos[77], mientras que para la estimación de las emisiones se han considerado las pérdidas de gas natural basándose en los datos de la red nacional de distribución. Al observar tanto los valores absolutos como los ratios de gas natural emitido por total suministrado, se aprecia un incremento hasta 1992 que viene motivado por el aumento significativo en los kilómetros de red de baja presión de fibrocemento y de fundición gris. En años posteriores se produce una renovación progresiva de las tuberías con una sustitución a redes menos emisoras que contrarresta el aumento general en la longitud de la red nacional, suponiendo una bajada en las propias emisiones en los primeros años de este periodo y un continuo descenso en los ratios de gas natural emitido a lo largo de todos los años.

3.11.2.2.- Emisiones de CH_4

Las emisiones de CH_4 de la categoría IPCC 1B2 se han calculado agrupando las estimaciones realizadas para cada fuente potencialmente emisora reseñada en el apartado anterior. Se enuncian a continuación sus metodologías de estimación:

a) Plataformas de exploración, perforación y producción de hidrocarburos. Véanse los apartados respectivos correspondientes a emisiones de CO_2.

[77] El dato socioeconómico señalado en el CRF corresponde a la energía distribuida para consumo final, energético o no, por tuberías para GLP, aire propanado y gas manufacturado, junto con la energía total distribuida de gas natural (calculada a partir del consumo en el sector transformación, consumo final y pérdidas estimadas).

b) Terminales marinos. Idéntico comentario con relación a la metodología.

La referencia para el factor de emisión de metano es el Manual CORINAIR[78], del cual se han recopilado factores de emisiones de COV y sus ratios de especiación de CH_4 y COVNM[79].

Como variable de actividad se ha tomado la cantidad total de crudo adquirido (importado) por las refinerías. Las principales fuentes de referencia utilizadas son los cuestionarios internacionales de productos petrolíferos remitidos a los organismos internacionales, AIE y EUROSTAT.

c) Destilación al vacío. El Libro Guía EMEP/CORINAIR desarrolla una metodología específica para esta actividad emisora, método detallado[80], cuyos requerimientos de información se adecuan a los disponibles por las propias refinerías.

Los factores de emisión empleados, distinguiendo si disponen o no de técnicas de control, están derivados del Libro Guía EMEP/CORINAIR[81], el cual recopila factores de THC (hidrocarburos totales) en términos de volumen de alimentación al vacío (m^3 alimentación). Para determinar el factor de emisión de metano se ha asumido una especiación del 1% de CH_4 en las emisiones de THC. Asimismo, dado que el dato socioeconómico de base es la masa de alimentación, se ha expresado el factor de emisión en tal magnitud aplicando una densidad media de 0,885 kg/l. Así, el factor obtenido para instalaciones sin técnicas de control es de 1,6 g/tonelada de alimentación al vacío (1,6=0,144 · 1000 · 0,001 · 0,885) y considerado despreciable para unidades con control.

La masa de alimentación en las unidades de destilación al vacío es un dato directo de planta al tratarse de una información solicitada en los cuestionarios remitidos a las propias refinerías.

d) Antorchas en refinerías. La limitada información sobre volúmenes incinerados y caracterización de los gases consumidos ha sido determinante en la selección del procedimiento de estimación. Así, se ha adoptado el enfoque metodológico de nivel 1 señalado en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, apartado 2.7.1.1, tomando como variable de actividad el crudo procesado.

El factor de emisión utilizado, de 2 g/m^3 alimentación en refinería, proviene del propuesto para THC en el Libro Guía EMEP/CORINAIR[82], expresado originalmente en volumen de crudo, habiéndose asumido una equivalencia entre THC y COV y una especiación del 20% de metano en los compuestos orgánicos emitidos, porcentaje citado en

---

78 Manual CORINAIR (1992). "Default Emission Factors Handbook". Segunda edición. CITEPA, parte 6, apartados 5.2 y 5.3, referentes a COV.

79 Parte 1, tabla 4.7 del Manual CORINAIR.

80 Véase capítulo B411, apartado 5, del citado documento.

81 Factor de THC sin control=0,144 kg/m3 alimentación al vacío; las emisiones de THC en instalaciones con control no son significativas (Libro Guía. EMEP/CORINAIR., capítulo B411, Tabla 8.4).

82 Véase capítulo B923, apartado 8, tabla 2, del citado documento (edición 1996).

la guía metodológica de EMEP/CORINAIR[83]. Para la conversión a masa de crudo, se ha empleado la densidad referida en la publicación "Refino de Petróleo"[84], de 0,883 kg/litro de crudo.

La masa de crudo procesado es un dato directo de planta al tratarse de una información solicitada en los cuestionarios remitidos a las propias refinerías.

e) Antorchas en plantas de regasificación y en almacenamientos subterráneos de gas natural. El procedimiento empleado de cálculo se ha basado en la metodología simplificada descrita en el Libro Guía EMEP/CORINAIR[85], consistente en aplicar un factor por defecto al volumen de gas incinerado.

El factor de emisión elegido, 211 g/mil m^3N, ha sido calculado a partir del factor recomendado en el Libro Guía EMEP/CORINAIR[86] (0,2 g/m^3S) y un factor de conversión de m^3 estándares a normales de 288/273 (15ºC para la temperatura estándar).

El volumen, o masa, de gas quemado en antorchas es un dato directo de las empresas englobadas en el sector transporte de gas natural, información facilitada a nivel de planta vía cuestionario.[87]

f) Red de transporte y de distribución de gas natural (excluidas antorchas). Véanse los apartados respectivos correspondientes a emisiones de CO_2.

3.11.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Cabe mencionar la variedad de actividades emisoras que engloba esta categoría y la heterogeneidad en la magnitud de sus incertidumbres asociadas. A nivel global, la incertidumbre asignada a las variables de actividad se estima en un 10% para las relacionadas con los productos petrolíferos y un 30% para las relacionadas con el gas natural. Los datos de actividad de los productos petrolíferos incorporan una incertidumbre debida fundamentalmente a la identificación de las sucesivas fases seguidas en la producción, transporte y distribución. Por lo que respecta al gas natural, las emisiones de gas estimadas a partir de reseguimientos en las instalaciones o de la aplicación de factores, muestran una incertidumbre presumiblemente superior, resultado de la metodología o de los factores de emisión aplicados en la estimación del gas natural.

---

83 U.S. EPA Chief.

84 Valor indicado en la página 670 del citado documento.

85 Véase capítulo B926, apartado 4, del citado documento (edición 1996).

86 Véase capítulo B926, apartado 8, del citado documento. Se ha seleccionado el factor de emisión recopilado del informe publicado por la asociación de la industria del petróleo noruega (programa de investigación, OLF, 1993), por recomendación de la guía metodológica.

87 .Para la conversión a volumen de las cantidades de gas incinerado expresadas originalmente en términos de masa se han aplicado las densidades medias anuales específicas de planta y, en su defecto, los valores proporcionados por la principal compañía de transporte.

Por otra parte, la incertidumbre global del factor de metano se estima, de forma conservadora, en un 75%, de acuerdo a los rangos publicados en la tabla 4.2.4 de la Guía 2006 IPCC. Para el dióxido de carbono, la incertidumbre en su factor de emisión puede considerarse globalmente en torno al 25%.

Con relación a la consistencia de las series, se hace notar que los factores de emisión de metano y de dióxido de carbono por fugas y venteos de gas natural, o de dióxido de carbono en antorchas de gas, se estiman a partir de la composición media anual del gas natural proporcionada por las empresas de transporte de gas. Los factores implícitos para otras fuentes emisoras reflejan las características particulares de cada planta, caso de las emisiones declaradas por las refinerías, o se han mantenido constantes a lo largo de todo el periodo inventariado. Por otra parte, para la determinación de las variables de actividad la información de base ha procedido de las mismas fuentes de referencia y el tratamiento de dicha información ha sido homogéneo en toda la serie. En el caso concreto de las antorchas en refinería, no debe olvidarse la mejora en la estimación que ha sido propiciada por la disponibilidad de información específica de volúmenes y composición de los gases quemados en antorchas.

Por lo que respecta a la completitud de inventario, se comenta que las estimaciones de dióxido de carbono y de metano en esta categoría contemplan las principales fuentes emisoras. Se asume que otras fuentes no tratadas no resultan relevantes en las emisiones totales de esta categoría para los referidos contaminantes. Las causas de esta exclusión pueden ser: a) no estar mencionadas en guías metodológicas como fuentes potenciales, como, por ejemplo, las emisiones fugitivas en las refinerías no asociadas a procesos, el almacenamiento y la distribución de productos petrolíferos; b) no haberse encontrado factor en la literatura, como ocurre con ciertos procesamientos del crudo (destilación atmosférica o endulzamiento de destilados); c) carecer de variables socioeconómicas, como las emisiones fugitivas en sectores consumidores finales como los sectores residencial o comercial..

3.11.4.- Control de calidad y verificación

Se mantienen contactos con la principal empresa distribuidora de gas natural para la contrastación de los factores de emisión de gas natural en las líneas de distribución. En el análisis se considera también el examen comparado con la situación de otros países. De estas contrastaciones y análisis se derivan estimaciones de la incertidumbre asociada a la variable de actividad.

3.11.5.- Realización de nuevos cálculos

En este apartado se describen las principales variaciones que, para el periodo 1990-2007, presenta la nueva edición del inventario con relación a la edición anterior.

- Incorporación al inventario de las actividades de perforación desarrolladas en los pozos de perforación y exploración de hidrocarburos. En la presente edición se han estimado, tomando la metodología de nivel 1 sugerida en el Libro Guía 2000 IPCC, emisiones de metano, dióxido de carbono y óxido nitroso por fugas, venteos o incineración en antorchas en las plataformas de perforación y/o exploración. Al no presentar en la referencia metodológica un factor diferenciado por tipo de emisión

(fuga, venteo, incineración) ni estar disponible una distinción del número de pozos por combustible (crudo, gas, combinado), se ha optado por recoger las emisiones totales estimadas, encuadradas dentro de distintas categorías IPCC, dentro de la categoría 1B2ai en el CRF Reporter. La nueva actividad resulta poco relevante en el conjunto de la categoría 1B2, contribuyendo, en términos de CO_2-eq, en menos de 0,1 Gg al conjunto de la categoría (incremento inferior al 0,01% respecto a la edición anterior).

- Incorporación al inventario de las emisiones en las estaciones de regulación y medida localizadas en la red de transporte del gas natural (categoría 1B2bii Transporte). Para esta nueva actividad se han estimado emisiones de metano y dióxido de carbono por venteo de gas natural. La repercusión, en términos de CO_2-eq, se cuantifica en un incremento de las emisiones entre 1,1 Gg para 1990 (0,1% de las emisiones totales de la categoría 1B2) y 4,5 Gg para 2007 (0,5% del CO_2-eq total en la categoría 1B2).

- Revisión del factor de emisión de dióxido de carbono en unidades de calcinación del coque, englobado dentro de los procesos de la refinería en la categoría 1B2aiv. En la edición actual del inventario, dentro del Plan de Seguimiento de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para el periodo 2008-2012 elaborado por la instalación, una planta de refinería ha desarrollado un procedimiento de determinación del CO_2 emitido basado en balances mensuales de masa de carbono con medidas quincenales de contenidos de carbono en la alimentación y el producto. A partir de los datos facilitados por la planta correspondientes al año 2008 se ha derivado un factor de carbono por masa de coque verde que se estima representativo del proceso en la planta para todo el periodo 1990-2008.

  Esta modificación, que constituye uno de los principales recálculos para la categoría 1B2, representa una reducción en las emisiones de dióxido de carbono de la categoría 1B2 a lo largo de todo el periodo. La disminución se sitúa entre 105,2 Gg de CO_2-eq (año 1996) y 72,5 Gg de CO_2-eq (año 2001), lo cual representa una caída en el CO_2-eq total de la categoría 1B2 entre 9,3% (año 2002) y 4,5% (año 1992) respecto a la edición anterior.

- Revisión de los factores de emisión para la producción de crudo (categoría 1B2aii) y de gas (categoría 1B2bi). En la edición actual se han aplicado los factores de gases de efecto invernadero (en concreto, metano y dióxido de carbono) sugeridos en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC[88], reemplazando los factores de metano empleados en la edición anterior, provenientes del Manual CORINAIR, e incorporando por primera vez en el inventario una estimación de las emisiones de dióxido procedentes de las actividades extractivas de hidrocarburos. Esta modificación en los factores determina un aumento inferior al 0,05% (rango entre 0,02%, para el año 2006, y 0,05%, para el año 1991) en las emisiones totales de CO_2-eq estimadas para la categoría 1B2 respecto a la edición anterior, resultado de combinar el incremento moderado de emisiones debidas al crudo (subidas entre 0,2 Gg de CO_2-eq, en el año 2006, y 1,0 Gg de CO_2-eq, en el año 1990) y el descenso muy leve experimentado en las estimaciones asociadas al gas (reducciones inferiores a 0,12 Gg de CO_2-eq)

[88] Véase apartado relativo a la metodología para un mayor detalle.

- Revisión de la serie histórica de pérdidas de gas natural en la red de distribución (categoría 1B2bii Distribución). En la presente edición se han modificado las estimaciones para el periodo 1990-2007 del volumen fugado, calculado a partir de factores de pérdidas, por longitud de tubería, dependientes del material de la tubería y de la presión de trabajo, al revisarse, a la vista de los informes presentados por la asociación del sector, uno de estos factores.

  Esta modificación, que constituye uno de los principales recálculos para la categoría 1B2, representa una reducción en las emisiones de metano y, en menor medida, de dióxido de carbono de la categoría 1B2 a lo largo de todo el periodo. En términos de CO_2-eq el descenso se sitúa entre 70,5 Gg de CO_2-eq (año 2000) y 46,2 Gg de CO_2-eq (año 1990), lo cual representa una caída en el CO_2-eq total de la categoría 1B2 entre 6,7% (año 2007) y 2,5% (año 1990) respecto a la edición anterior.

- Revisión del dato de actividad empleado en 2007 para antorchas de petróleo (categoría 1B2ci Antorchas), Una planta de refino empresa ha corregido la cifra de crudo procesado en el año 2007 proporcionada vía cuestionario en la pasada edición. Esta rectificación comporta, en términos de CO_2-eq, una disminución de 0,6 Gg con respecto a la pasada edición (descenso inferior a 0,1% de las emisiones totales estimadas para la categoría 1B2).

- Revisión del dato de actividad empleado en 2007 para antorchas de gas (categoría 1B2cii Antorchas), La empresa gestora de una planta de regasificación ha rectificado la cifra declarada en la pasada edición para el año 2007 correspondiente al volumen incinerado en las antorchas de la instalación. Esta modificación representa, en términos de CO_2-eq, una reducción de 1,0 Gg con respecto a la pasada edición (descenso de 0,1% de las emisiones totales estimadas para la categoría 1B2).

En las figuras 3.11.2 y 3.11.3 se muestra la repercusión del conjunto de modificaciones arriba comentadas sobre CO_2-equivalente en términos absolutos y porcentuales.

Figura 3.11.2.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

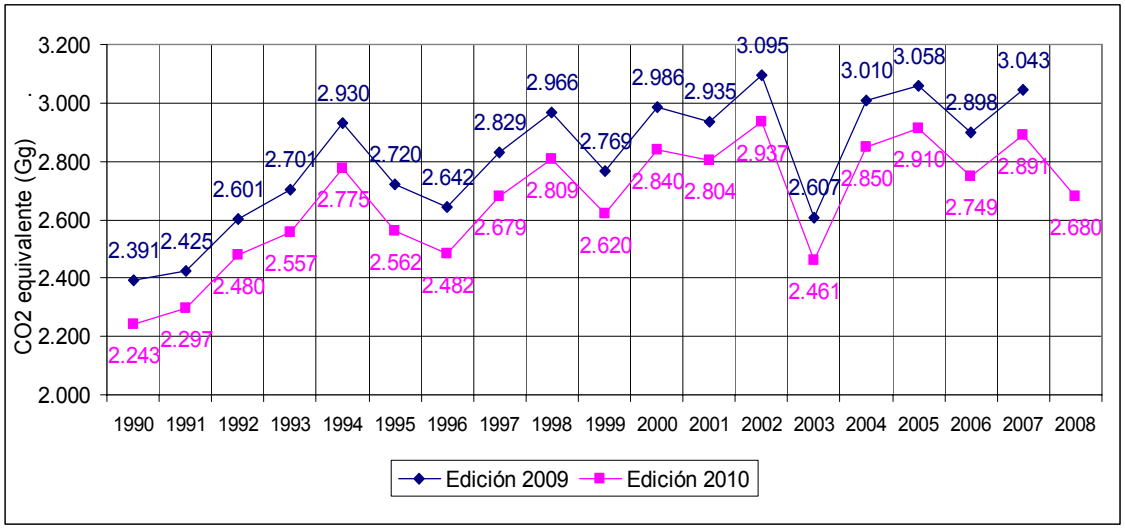
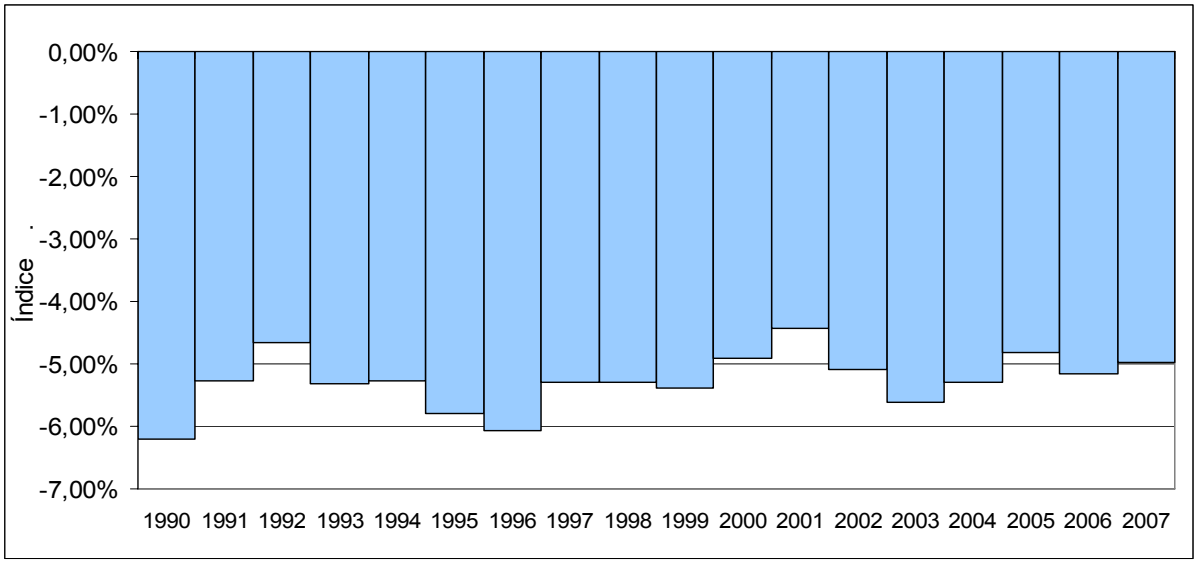


Figura 3.11.3.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



3.11.6.- Planes de mejoras

El sector de suministro del gas es un mercado que tras un periodo de progresiva implantación se encuentra, desde julio de 2008, completamente liberalizado. En ediciones próximas del inventario se seguirá investigando la relación de nuevas empresas suministradoras a medida que se vayan incorporando al mercado gasista, solicitando la información pertinente.

3.12.- Industrias de la producción y transformación de la energía (1A1)

3.12.1.- Descripción de la actividad

Esta categoría 1A1 constituye una fuente clave para el N_2O en el año 2008 por su contribución al nivel y a la tendencia cuando se utiliza el enfoque de nivel 2 (Tier 2), si bien no tiene esta naturaleza clave cuando se utiliza el Tier 1. En la tabla 3.12.1 se presentan las emisiones de N_2O expresadas en masa de CO_2-eq, complementándose esta información con el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de dichas emisiones y su contribución a las emisiones de CO_2-eq del total del inventario y del sector energía.

Tabla 3.12.1.- Emisiones de N_2O: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
N_2O (Gg de CO_2-eq)	283	558	631	705	751	725	739	731
Índice CO_2-eq	100,0	197,5	223,2	249,6	265,7	256,5	261,4	258,5
% CO_2-eq sobre total inventario	0,10	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18
% CO_2-eq sobre energía	0,13	0,23	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,23

3.12.2.- Metodología

La variable de actividad utilizada en este conjunto de actividades es el consumo de combustibles. Dado que en los epígrafes 3.2, 3.3 y 3.4 ya se han mostrado los consumos correspondientes a cada una de las sub-categorías aquí contempladas, y que asimismo ha sido tratada la información sobre los aspectos metodológicos de la estimación de las emisiones, se obvia aquí la presentación de los mismos.

3.12.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Con respecto a la incertidumbre de las variables de actividad (consumo de combustibles), se remite a lo expuesto a los correspondientes apartados de los epígrafes 3.2, 3.3 y 3.4. En cuanto a los factores de emisión de N_2O, y según figura en la tabla 2.12 de la Guía 2006 IPCC, la incertidumbre se estima en un orden de magnitud.

3.12.4.- Control de calidad y verificación

Véase lo reseñado en los apartados correspondientes al control de calidad y verificación de los epígrafes 3.2, 3.3 y 3.4.

3.12.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se describen los principales cambios realizados en la estimación de las emisiones de N_2O en esta categoría de actividad con respecto a las estimaciones dadas en la edición anterior.

- Para 2007 se ha revisado la información sobre consumo de combustibles de las plantas productoras de electricidad de menor potencia que operan en régimen ordinario, según los datos aparecidos en el Anexo V de la Estadística de la Energía Eléctrica (elaborada por el MITYC), los cuales no se encontraban disponibles en la edición previa del inventario.

- Se ha revisado el consumo de hulla en una central térmica en el año 2001 tras haber sido detectada, como consecuencia de la implantación de un procedimiento de control y garantía de calidad (CC/GC), una cifra errónea en el consumo facilitado en su momento por la propia central térmica.

- Asimismo, se ha revisado el poder calorífico inferior de la antracita consumida en el año 2004 en otra central térmica como consecuencia de un procedimiento CC/GC.

- Para el periodo 1994-2000 se ha revisado el poder calorífico inferior del gas natural consumido en una central térmica tras haber identificado un error, siguiendo las indicaciones del WG1, en las unidades en que estaba expresado dicho poder calorífico inferior, obteniéndose factores de emisión implícitos atípicos para este combustible.

- Se ha revisado el consumo de gas natural en el año 2004 en una central térmica de ciclo combinado tras haberse detectado una cifra errónea en el consumo como

consecuencia de un procedimiento CC/GC (el consumo no se correspondía con la energía generada).

- Se han revisado las cantidades de biogás quemado (periodo 1995-2007) en instalaciones ubicadas en vertederos que realizan valorización energética de ese biogás, de acuerdo con la información actualizada facilitada mediante cuestionario individualizado por los propios vertederos. Adicionalmente, se ha revisado el consumo de gasoil (periodo 1997-2007) y de gas natural (periodo 1990-2007) como combustibles auxiliares en dos vertederos, de acuerdo con la información facilitada vía cuestionario por los propios vertederos.

- En la categoría 1A1c se ha modificado, para todo el periodo inventariado, la serie de consumo de gas natural de otros sectores energéticos (sin especificar), al cual se le imputa el consumo remanente (no asignado a otros sectores energéticos específicos).

- Se han modificado los consumos de combustibles de la combustión inespecífica de la categoría 1A1c correspondiente al año 2007 como consecuencia de la revisión que se hace del balance de combustibles que se utiliza específicamente para el inventario de emisiones.

En conjunto, estas modificaciones suponen una variación de las emisiones de N_2O poco significativas a lo largo del periodo inventariado (incrementos en términos de CO_2-eq inferiores a 3 Gg en el año de mayor relevancia).

La comparación de resultados de las emisiones de N_2O, expresadas en términos de CO_2-eq, entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos absolutos en la figura 3.12.1 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 3.12.2. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO_2-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados es prácticamente inapreciable, con la excepción del año 2004 en el que la variación relativa es del 0,4%.

Figura 3.12.1.- Emisiones de N_2O. Comparación Eds 2010 vs 2009

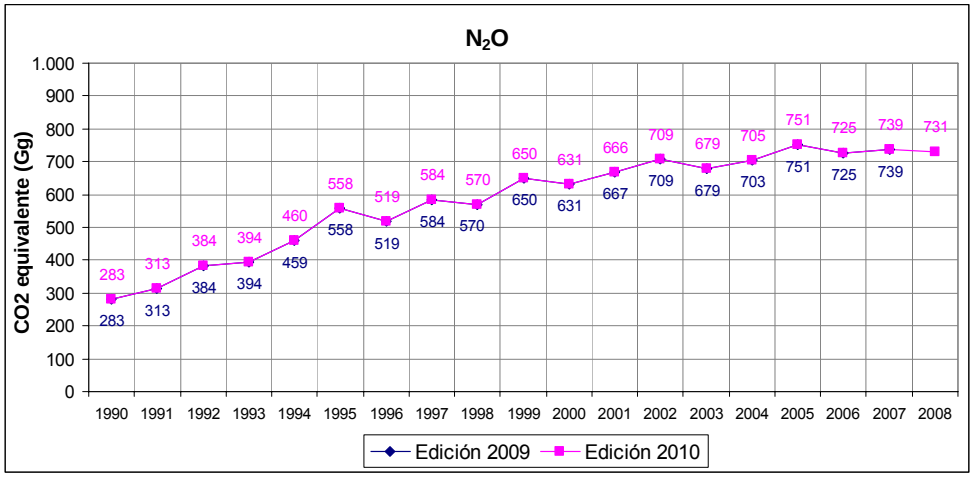
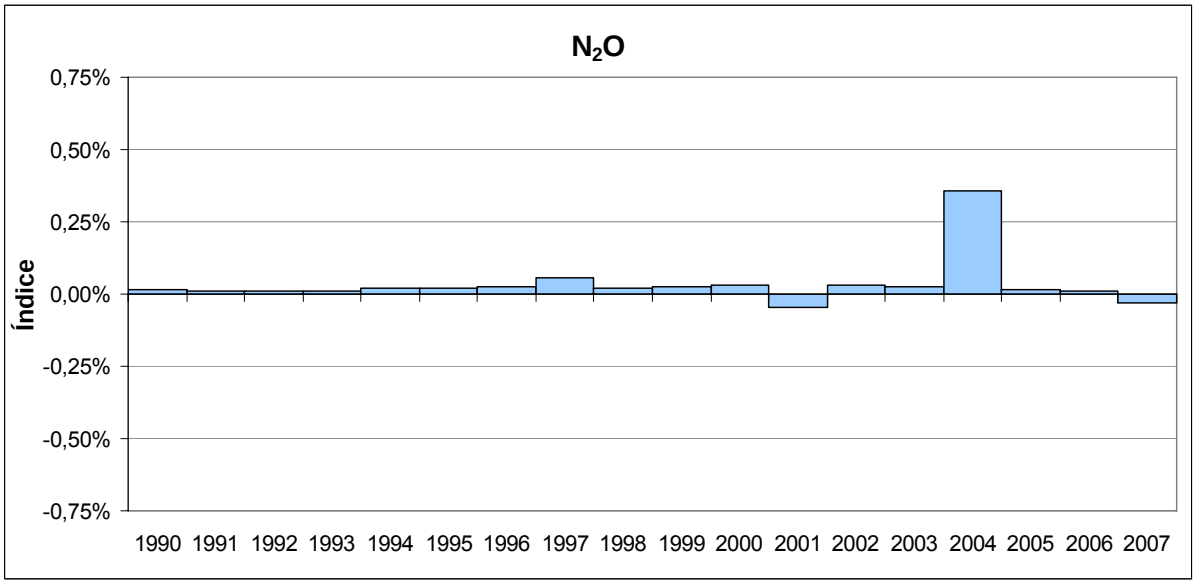


Figura 3.12.2.- Emisiones de N_2O. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



3.12.6.- Planes de mejoras

Véase los planes de mejora reseñados en los apartados correspondientes de los epígrafes 3.2, 3.3 y 3.4.

3.13.- Otras fuentes

Siguiendo la nomenclatura de fuentes de IPCC se considerarían adicionalmente otras actividades que no siendo fuentes clave en el inventario sí se encuadran bajo el epígrafe de energía. Seguidamente se mencionan alguna de las principales actividades de este grupo "Otras fuentes".

En la combustión estacionaria, tanto de origen industrial (categoría 1A2) como en la realizada en otros sectores englobados en la categoría 1A4, las emisiones de CO_2 procedentes del uso de la clase "otros combustibles" no constituye una fuente clave en el inventario ni por nivel ni por tendencia debido a la escasa participación de este tipo de combustibles en dichos sectores. Por idéntico motivo, el tráfico de vehículos que consumen combustibles gaseosos (gas natural o gases licuados del petróleo), con relación a la significación de sus emisiones de CO_2, no se ha revelado como una categoría clave para el conjunto del inventario.

Otros cruces de actividades con contaminantes, que, aunque recogidos dentro del sector energía, no se identifican como fuentes clave ni por nivel ni por tendencia en el periodo inventariado son las siguientes:

1A1 – Combustión estacionaria en el sector energía: emisiones de $CH_4$1A3a2 – Aviación civil: emisiones de CH_4 y N_2O.

1A3b – Transporte por carretera: emisiones de CH_4 y N_2O.

1A3d2 – Tráfico marítimo nacional: emisiones de CH_4 y N_2O.

1A3c – Ferrocarriles: emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O.

1A3e – Otros modos de transporte: emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O.

1B1 – Emisiones fugitivas en minería y tratamiento de carbón: CO_2[89].

1B2 – Emisiones fugitivas asociadas a hidrocarburos: CH_4.

A continuación se describen brevemente aquellas de las actividades arriba mencionadas que no han sido recogidas en apartados anteriores del capítulo sectorial. Para las restantes actividades se remite al apartado correspondiente.

1A3c – Ferrocarriles: emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O.

Esta categoría recoge las emisiones procedentes del consumo de gasóleo por locomotoras autopropulsadas, locomotoras de maniobras y calderines,

Siguiendo los principios reflejados en el árbol de decisión de la Guía Buenas Prácticas 2000 IPCC para la elección de la metodología, al no constituir una categoría clave para el inventario, se ha adoptado el enfoque metodológico de nivel 1 (basado en el consumo agregado de combustible) propuesto en la Guía 2006 IPCC, sección 3.4.1.1.

La información de base relativa a la variable de actividad, el volumen de combustible consumido (ventas), es proporcionada por las principales compañías del transporte ferroviario. En la tabla 3.13.1 se presentan los datos estimados de consumo en unidades energéticas de poder calorífico inferior (TJ_{PCI}).

Tabla 3.13.1.- Consumo de combustibles: ferrocarriles *(cifras en TJ_{PCI})*

Categoría	Combustible	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Ferrocarriles	Diesel	5.704	4.447	4.171	4.173	4.202	4.180	4.109	3.955

Para la conversión de unidades de masa a energía se ha aplicado un poder calorífico inferior de 43,2 GJ/t.

Para la estimación de emisiones de CO_2 se ha derivado un factor de emisión por masa de combustible a partir de la fórmula para el cómputo del CO_2 final y la relación H/C del diésel ($r_{H/C}$=2) propuestas en el Libro Guía EMEP/CORINAIR (capítulo B810). Por lo que respecta a las emisiones asociadas de N_2O, se ha convertido el factor original del Manual CORINAIR (2 g/GJ) a unidades de masa aplicando un poder calorífico del gasóleo de 43,2 GJ/t. Para el resto de contaminantes considerados (CH_4, SO_2, NO_X, COVNM y CO), se ha tomado el Libro Guia EMEP/CORINAIR (capítulo B810) como fuente de referencia. En la tabla 3.13.2se presentan los factores de contaminantes GEI empleados en el inventario para esta categoría:

[89] En esta actividad no se ha estimado las emisiones fugitivas de CO_2 de las actividades mineras, tal y como se ha comentado en el apartado 3.10.2.2. Queda por tanto pendiente el diagnóstico de caracterización de esta actividad como fuente clave o no cuando se disponga de la correspondiente estimación de dichas emisiones.

Tabla 3.13.2.- Factores de emisión. Ferrocarriles

Combustible	CH_4 (g/t)	CO_2 (kg/t)	N_2O (g/t)
Gasóleo	180	3.137,59	86,4

1A3e – Otros modos de transporte: emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O.

Esta categoría recoge las emisiones procedentes de las actividades de combustión en los compresores de la red de transporte por tuberías.

Siguiendo los principios reflejados en el árbol de decisión de la Guía Buenas Prácticas 2000 IPCC para la elección de la metodología, al no constituir una categoría clave para el inventario, se ha adoptado el enfoque metodológico de nivel 1 (basado en el consumo agregado de combustible) propuesto en la Guía 2006 IPCC.

Con respecto a la variable de actividad, la publicación anual "Los transportes y los servicios postales" elaborada por el Ministerio de Fomento proporciona las cantidades de combustibles, en términos de masa, imputadas a los compresores en el transporte por tubería. En la tabla 3.13.3 se presentan los datos estimados de consumo en unidades energéticas de poder calorífico inferior (TJ_{PCI}):

Tabla 3.13.3.- Consumo de combustibles: otros modos de transporte *(cifras en TJ_{PCI})*

Categoría	Combustible	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Compresores	Gasóleo	38	170	119	93	13	4	4	4
	GLP	269	716	2.042	3.627	4.930	2.799	2.494	2.494
	Total	307	886	2.161	3.720	4.943	2.803	2.498	2.498

Para la conversión de unidades de masa a energía se ha aplicado un poder calorífico inferior de 42,4 GJ/t para el gasóleo y de 44,78 GJ/t para GLP.

Ante la falta de factores específicos, estos equipos se han asimilado a los motores estacionarios (para el gasóleo) y a turbinas de gas (para el caso del GLP), adoptándose los factores propuestos en las siguientes referencias metodológicas para los tipos de unidades mencionados: a) API Compendium para las emisiones de N_2O en los equipos de gasóleo ("Large bore diesel engine"); b) CITEPA, para las emisiones de N_2O en las unidades de GLP; c) Libro Guía EMEP/CORINAIR, capítulo B112, para el resto de contaminantes cubiertos en el presente documento. Así, en concreto, para estimar las emisiones de CO_2 se han aplicado factores de emisión basados en el contenido de carbono por defecto de cada combustible. En la tabla 3.13.4 se presentan los factores de emisión finalmente aplicados.

Tabla 3.13.4.- Factores de emisión. Otros modos de transporte

Combustible	CH_4 (g/GJ)	CO_2 (kg/GJ)	N_2O (g/GJ)
Gasóleo	1,5	73	1,85
GLP	1	65	2,5

4.- PROCESOS INDUSTRIALES

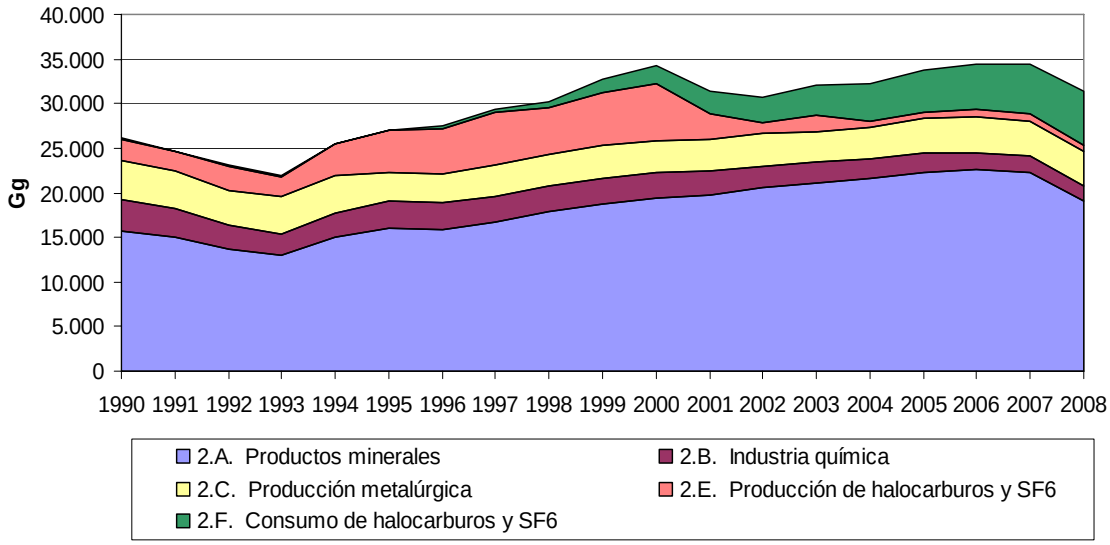
4.1.- Panorámica del sector

Las emisiones de los procesos industriales representan en el año 2008 un 7,7% de las emisiones totales del inventario, en términos de CO_2 equivalente (CO_2-eq), lo que supone una reducción de la contribución con respecto al año 1990 en el que los procesos industriales representaban un 9,2% del total. Por otro lado, el nivel de las emisiones de CO_2-eq en este sector ha registrado un incremento del 20,0% en el año 2008 con respecto al año 1990, pasando de 26.115 gigagramos (Gg) de CO_2-eq en 1990 a 31.342 Gg en el año 2008. En la tabla 4.1.1 se presentan, en términos de CO_2-eq, las emisiones de los procesos industriales con desglose por categorías componentes según la nomenclatura CRF, mostrándose en la figura 4.1.1 la evolución de dichas emisiones a lo largo del periodo 1990-2008.

Tabla 4.1.1.- Emisiones de CO_2-eq *(Cifras en Gg)*

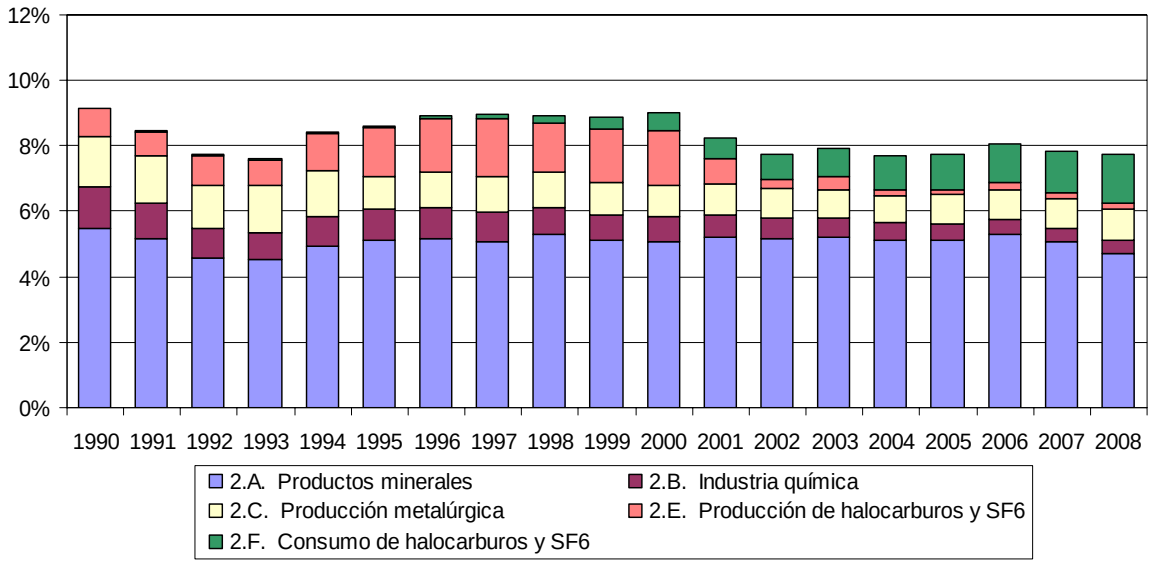
	1990	**1995**	**2000**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
2.A Productos minerales	15.659	16.114	19.397	21.606	22.224	22.619	22.346	19.144
2.B Industria química	3.631	2.944	2.831	2.115	2.177	1.861	1.732	1.557
2.C Producción metalúrgica	4.354	3.235	3.641	3.560	3.943	3.971	4.005	3.895
2.D Otras industrias	0	0	0	0	0	0	0	0
2.E Producción de halocarburos y SF_6	2.403	4.638	6.395	787	681	863	707	670
2.F Consumo de halocarburos y SF_6	67	116	1.972	4.205	4.678	5.108	5.585	6.076
Procesos Industriales	**26.115**	**27.047**	**34.235**	**32.272**	**33.702**	**34.423**	**34.376**	**31.342**

Figura 4.1.1.- Evolución de las emisiones de CO_2-eq



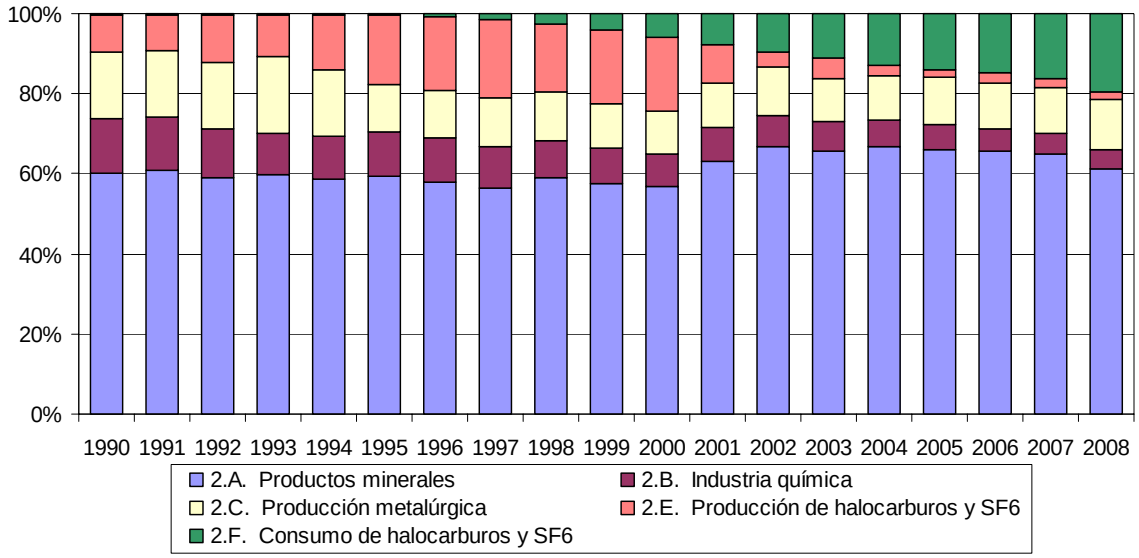
En la figura 4.1.2 se muestra la contribución de las distintas categorías fuente de este sector a las emisiones totales de CO_2-eq a lo largo del periodo 1990-2008. Como puede observarse la contribución conjunta del sector es en todos los años inferior al 10% del total de emisiones del inventario, produciéndose un descenso de la contribución del sector a partir del año 2000 como consecuencia del mayor incremento relativo de las emisiones de CO_2-eq de los restantes sectores.

Figura 4.1.2.- Porcentaje de las emisiones de CO_2-eq por categoría respecto al total del inventario



En la figura 4.1.3 se muestra la distribución por categoría fuente de las emisiones de CO_2-eq del sector de procesos industriales. Como puede observarse en la figura, los productos minerales constituyen la principal fuente emisora de este sector (61,08% en el año 2008), seguidos por el consumo de halocarburos y SF_6 y la producción metalúrgica (19,4% y 12,4% respectivamente en el año 2008). También puede apreciarse la evolución temporal de las distintas categorías, donde las mayores tasas de variación se producen en el consumo de gases fluorados, cuya presencia en el año 1990 es prácticamente testimonial, y en la producción de halocarburos, donde se registra un incremento de las emisiones de CO_2-eq hasta el año 2000 y un descenso en los años posteriores causado principalmente por la implantación de sistemas de recuperación de los gases emitidos.

Figura 4.1.3.- Porcentaje de las emisiones de CO_2-eq por categoría respecto al total del sector



En lo que sigue de este capítulo se examinan en detalle las fuentes clave de procesos industriales. El análisis de las fuentes clave se ha realizado para el año base[1] (nivel de emisión) utilizando el enfoque de nivel 1 (Tier 1), y para el año 2008 (nivel de emisión y tendencia) utilizando los enfoques de nivel 1 y 2 (Tier 1 y Tier2). En concreto se han identificado las siguientes fuentes clave:

- Producción de cemento (2A1) por sus emisiones de CO_2. Para esta categoría destaca el hecho de la bajada en la contribución que se produce en 2008, tanto en el nivel de las emisiones como en la tendencia, al pasar de Tier 1 a Tier 2 (en el caso de la tendencia, es fuente clave si se utiliza Tier 1 pero no lo es si se utiliza Tier2).
- Uso de piedra caliza y dolomita (2A3) por sus emisiones de CO_2. Cabe mencionar que esta categoría no es fuente clave en el año base ni en el año 2008. Sin embargo, sí es fuente clave en los años 2005 y 2006 por su nivel de emisión (Tier 1), por lo que de acuerdo con la metodología de la Guía 2006 IPCC se considera como fuente clave en el inventario.
- Producción de ácido nítrico (2B2) por sus emisiones de N_2O. El descenso de la producción a lo largo del periodo inventariado hace que esta fuente que era clave en el año base deje de serlo en 2008. Cabe destacar el hecho de que en el año 2008, sería fuente clave por su tendencia si se utilizara el Tier 1 pero no resulta tal al utilizar el Tier 2 debido a la reducida incertidumbre relativa de los factores de emisión.
- Producción de hierro y acero (2C1) por sus emisiones de CO_2.

[1] El año base toma como referencia el año 1990 para el CO_2, CH_4 y N_2O y el año 1995 para los gases fluorados HFC, PFC y SF_6.

- Procesos industriales con la exclusión de la producciones de cemento (2A1) y cal (2A2), el uso de piedra caliza y dolomita (2A3) y la producción de hierro y acero (2C1), por su niveles de emisión de CO_2.
- Fabricación de HCFC-22 (2E1) por sus emisiones de HFC. Destaca aquí el hecho de que esta categoría es fuente clave en el año base por su nivel de emisión, pero no lo es en el año 2008 debido a la reducción operada en las emisiones por la implantación de tecnologías de control (véase apartado 4.8.2).
- Consumo de halocarburos y SF_6 (2F) por sus emisiones conjuntas de HFC y PFC. Esta categoría no es fuente clave en el año base dado el escaso nivel de actividad existente en el año 1995.

Como síntesis de lo anterior se presentan a continuación las tablas 4.1.2 y 4.1.3 que recogen respectivamente, para las categorías clave de este sector, la contribución de las emisiones al nivel en el año base, y al nivel y a la tendencia en el año 2008, así como el número de orden de la categoría en la relación de fuentes clave[2] y los valores absolutos en términos de CO_2-eq.

[2] Orden determinado por la contribución de las emisiones de la categoría al nivel o a la tendencia

Tabla 4.1.2.- Fuentes clave: contribución al nivel. Año base

Actividad IPCC		Gas	CO_2-eq (Gg)	Contribución al nivel		
				Tier 1		
Código	Descripción			%	Fuente clave	Nº orden
2A1	Producción de cemento	CO_2	12.534	4,4	SI	7
2A3	Uso de piedra caliza y dolomía	CO_2	1.005	0,3	NO	33
2-(2A1+2A2+2A3+2C1)	Otros procesos industriales	CO_2	2.745	1,0	SI	19
2B2	Producción de ácido nítrico	N_2O	2.800	1,0	SI	18
2C1	Producción de hierro y acero	CO_2	2.491	0,9	SI	20
2E1	Fabricación de HCFC-22	HFC	4.638	1,6	SI	15
2F	Consumo de halocarburos y SF_6	HFC y PFC	8	0,0	NO	66

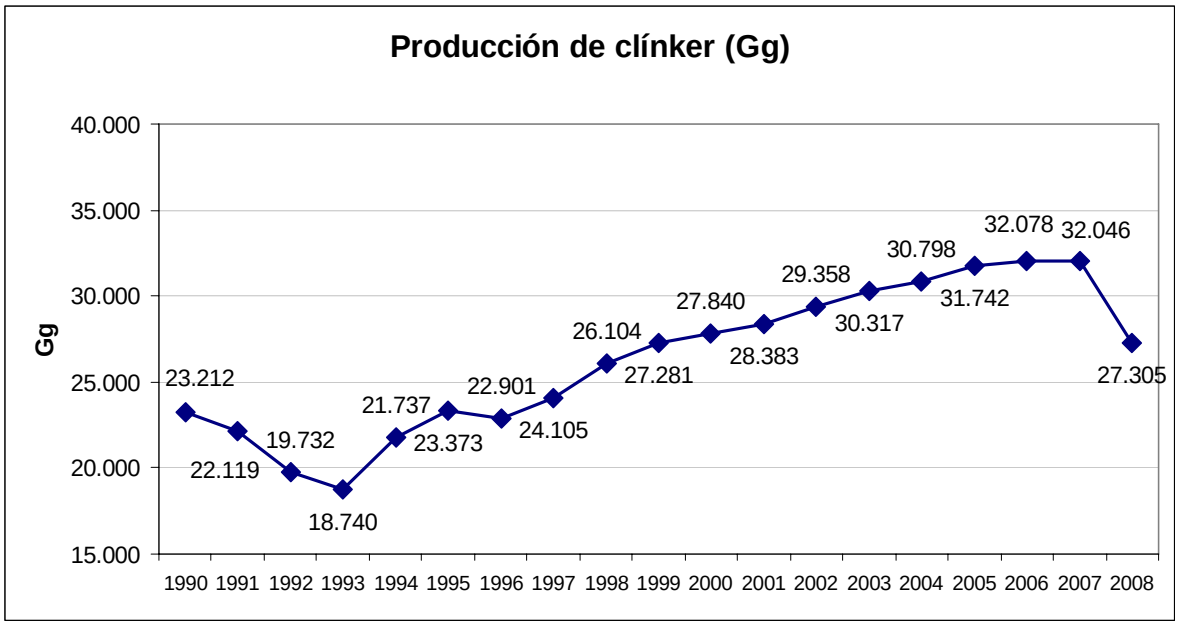
Tabla 4.1.3.- Fuentes clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2008

Actividad IPCC		Gas	CO_2-eq (Gg)	Contribución al nivel						Contribución a la tendencia					
				Tier 1			Tier 2			Tier 1			Tier 2		
Código	Descripción			%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden
2A1	Producción de cemento	CO_2	14.744	3,6	SI	8	1,0	SI	20	1,2	SI	18	0,4	NO	31
2A3	Uso de piedra caliza y dolomía	CO_2	1.313	0,3	NO	29	0,1	NO	45	0,0	NO	55	0,0	NO	67
2-(2A1+2A2+2A3+2C1)	Otros procesos industriales	CO_2	3.507	0,9	SI	20	0,9	SI	21	0,1	NO	35	0,2	NO	44
2B2	Producción de ácido nítrico	N_2O	988	0,2	NO	32	0,1	NO	50	1,2	SI	17	0,5	NO	29
2C1	Producción de hierro y acero	CO_2	2.212	0,5	SI	25	0,1	NO	46	0,5	SI	24	0,1	NO	48
2E1	Fabricación de HCFC-22	HFC	330	0,1	NO	51	0,1	NO	51	2,5	SI	9	2,8	SI	8
2F	Consumo de halocarburos y SF_6	HFC y PFC	5.722	1,4	SI	17	2,6	SI	10	2,3	SI	11	5,0	SI	4

Explicación de la tendencia

Las emisiones de CO_2-eq en este sector están claramente dominadas por la contribución que tienen los procesos de descarbonatación en las industrias de productos minerales, y más concretamente en la actividad de fabricación del cemento, cuya contribución se aproxima e incluso supera en algunos años el 50% de las emisiones de CO_2-eq del sector. Así, la tendencia que puede observarse en la figura 4.1.1 es pareja en gran medida a la evolución socioeconómica que se produce en la producción de clínker de cemento (véase figura 4.1.4), con un decrecimiento en el periodo 1990-1993, una evolución creciente a partir del año 1994, finalizando con un apreciable descenso en el año 2008, este último como consecuencia de la caída en el nivel de actividad del sector. Cabe mencionar que el decrecimiento de las emisiones en el intervalo 1990-1993 por la disminución de la producción de cemento refleja asimismo el valle del ciclo en la actividad económica general del país.

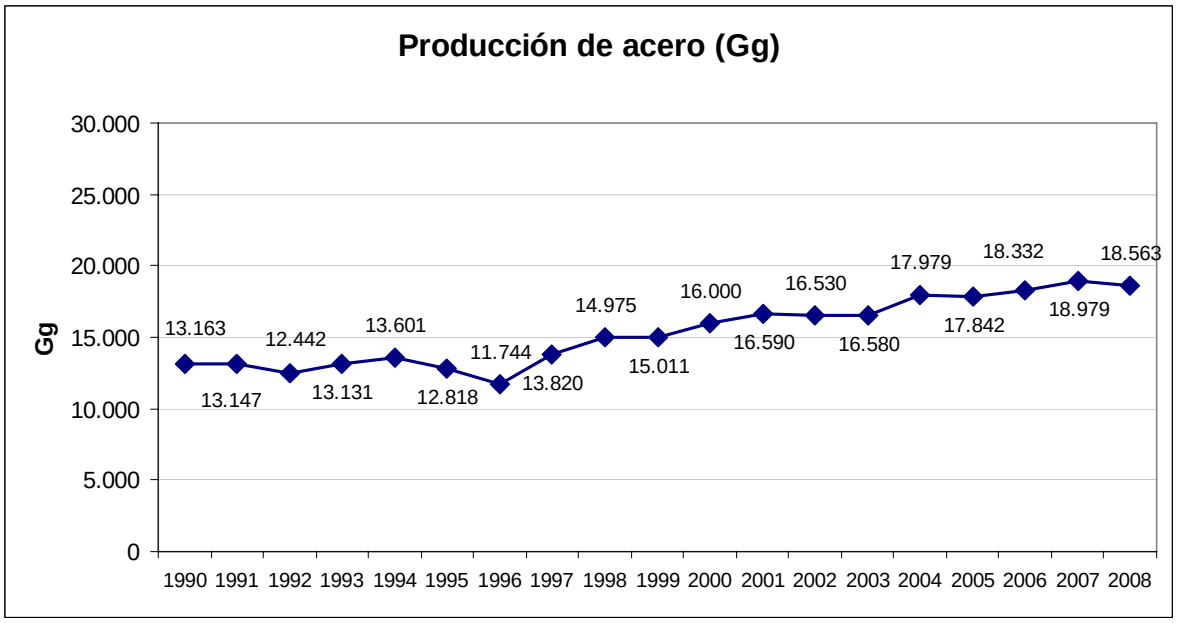
Figura 4.1.4.- Evolución de la producción de clínker (Cifras en Gg)



En cuanto a la industria química, la evolución muestra una cierta estabilidad con un decrecimiento de las emisiones a lo largo del periodo inventariado como consecuencia del cierre de diversas plantas de producción, especialmente de fabricación de ácido nítrico y amoníaco.

En la industria metalúrgica se observa asimismo una evolución relativamente estable (véase figura 4.1.5), si bien dentro del sector se ha producido un cambio tecnológico significativo en la fabricación de acero, haciéndose cada vez más dominante la producción de acero en hornos eléctricos con respecto al acero producido en hornos de oxígeno básico, lo que a su vez implica un menor nivel de actividad en las producciones de sínter y arrabio en las plantas siderúrgicas integrales.

Figura 4.1.5.- Evolución de la producción de acero (Cifras en Gg)



Por último, la contribución a la tendencia de las actividades de producción y uso de gases fluorados es claramente notoria a partir del año 1995, con un incremento sustantivo de las emisiones debidas al uso de estos gases y un descenso en las actividades de producción (primaria y como subproductos) de HFC, descenso marcado fundamentalmente por la puesta en servicio de una instalación para disminuir la emisión de HFC-23 en la fabricación de HCFC-22 a partir del año 2002, lo que queda claramente reflejado en la figura 4.1.1.

En las secciones restantes de este capítulo se examinan las actividades (según categoría IPCC) o conjunto de actividades (combinación de más de una categoría IPCC) del sector de procesos industriales, teniendo en cuenta para esta agrupación la identificación previamente reseñada de fuentes clave (si bien en algunos casos se han agrupado dos o más fuentes clave por conveniencia de la exposición)[3]. En todo caso, se hace también en la sección final 4.11 una presentación más resumida de las fuentes no claves del sector.

4.2.- Producción de cemento (2A1)

4.2.1.- Descripción de la actividad

En esta actividad se contemplan las emisiones que se producen durante el proceso de fabricación de clínker como consecuencia de la disociación térmica de las moléculas de

[3] Se presenta también información, siguiendo un criterio de mayor completitud, de las actividades de producción de aluminio (categoría 2C3) y uso de SF_6 en equipos eléctricos (categoría 2F8), aunque estrictamente estas dos categorías no figuren en la relación de fuentes clave.

carbonato cálcico y carbonato magnésico presentes en el crudo de acuerdo con las siguientes reacciones químicas:

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

$$MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$$

Estas reacciones tienen lugar en el proceso de cocción del crudo, previo a la formación de los compuestos hidráulicos del clínker.

La emisión de CO_2 es inherente al proceso de fabricación de clínker, siendo un valor prácticamente fijo por tonelada de clínker fabricada. Las emisiones correspondientes a las actividades de combustión en este proceso se encuadran dentro de la categoría CRF 1A2f.

En la tabla 4.2.1 se muestran las emisiones de CO_2 para esta actividad, siendo este gas el que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 4.2.2 se muestran dichas emisiones en términos de CO_2-eq, que al constar esta actividad de CO_2 como única sustancia, coincide con las ya presentadas en la tabla anterior. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO_2-eq y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y sobre el sector Procesos Industriales.

Tabla 4.2.1.- Emisiones de CO_2 *(Cifras en Gg)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
12.534	12.622	15.034	16.631	17.141	17.322	17.305	14.744

Tabla 4.2.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	12.534	12.622	15.034	16.631	17.141	17.322	17.305	14.744
Índice CO_2-eq	100,0	100,7	119,9	132,7	136,8	138,2	138,1	117,6
% CO_2-eq sobre total inventario	4,40	4,01	3,95	3,96	3,94	4,05	3,94	3,63
% CO_2-eq sobre procesos industriales	48,00	46,67	43,91	51,53	50,86	50,32	50,34	47,04

4.2.2.- Metodología

La estimación de las emisiones de CO_2 correspondientes a esta actividad se ha realizado utilizando el método de nivel 2 de IPCC, mediante la aplicación de un factor de emisión a las cantidades de clínker producido.

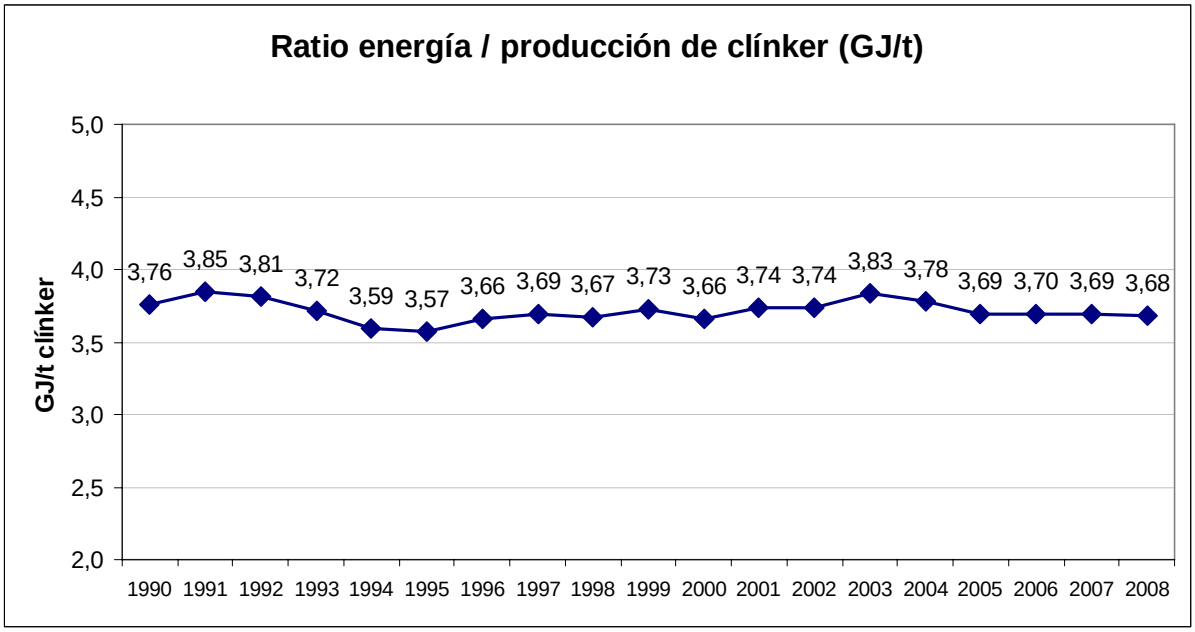
La información sobre la producción de clínker se ha obtenido a través de la publicación "Industrias del Cemento" para el periodo 1990-1998 y mediante información facilitada por la propia asociación empresarial del sector de fabricación de cemento (OFICEMEN) para el periodo 1990-2008. La disponibilidad de esta información ha determinado la elección del método de estimación de las emisiones. En la tabla 4.2.3 se presenta la producción de clínker expresada en toneladas.

Tabla 4.2.3.- Producción de clínker *(Cifras en toneladas)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
23.211.731	23.373.454	27.840.499	30.798.002	31.742.484	32.078.063	32.045.543	27.304.551

Al poner en relación la producción de clínker con el consumo energético realizado en las fábricas de cemento, cuya evolución se muestra en la figura 4.2.1, puede observarse que el requerimiento energético (GJ/t de clínker producido) a lo largo del periodo analizado mantiene una tendencia bastante estable, oscilando dicho requerimiento entre 3,57 GJ/t (año 1995) y 3,85 GJ/t (año 1991).

Figura 4.2.1.- Evolución del requerimiento energético



Para la estimación de las emisiones de CO_2 existen diversas referencias que proponen distintos factores de emisión (EMEP/CORINAIR, IPCC). Sin embargo, aquí se ha optado por utilizar la información facilitada por la propia asociación del sector de fabricación de cemento, la cual indica unas emisiones de CO_2 provenientes de la descarbonatación de 540 kg CO_2/t de clínker producido. Este factor se ha obtenido mediante la aplicación de la siguiente fórmula a los análisis de clínker tomados en el año 2005 en 12 fábricas de cemento (clínker de cemento gris):

Factor de emisión [t CO_2/t clínker] =

0,785 · (Salida CaO [t CaO/t clínker] – Entrada CaO [t CaO/t material de entrada]) +

1,092 · (Salida MgO [t MgO/t clínker] – Entrada MgO [t MgO/t material de entrada])

siendo 0,785 y 1,092 las fracciones estequiométricas de CO_2/CaO y de CO_2/MgO respectivamente. Los valores medio, mínimo y máximo así obtenidos son los siguientes:

	CaO	MgO	Factor de emisión

			(t CO_2/t clínker)
Media de 12 fábricas	**65,66**	**1,93**	**0,540**
Valor máximo	66,97	3,23	0,561
Valor mínimo	64,18	0,96	0,514

Fuente: Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones

Como precisión adicional cabe mencionar que las calizas utilizadas en las cementeras españolas son de una calidad notable, con menor contenido en arcilla (que descarbonata menos).

4.2.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Para la cuantificación de la incertidumbre se ha tenido en cuenta que la estimación de las emisiones se realiza utilizando el enfoque de nivel 2 y con datos de actividad (clínker producido) facilitados por todas las plantas del sector. Se considera así que la incertidumbre de la variable de actividad puede cifrarse en un 1,5%, como valor medio del rango 1-2% indicado en la Tabla 3.2 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. En cuanto al factor de emisión aplicado se han tenido en cuenta los valores medios de los rangos de incertidumbre de los pasos (2), (3), (4) y (5) de la tabla anteriormente citada, que, combinados apropiadamente, dan como resultado una incertidumbre combinada del factor de emisión del 8,2%.

Por lo que respecta a la pauta temporal, la serie se considera coherente al cubrir el conjunto de plantas del sector en el periodo inventariado y provenir la información directamente de las plantas, habiendo sido gestionada por la asociación empresarial del sector.

4.2.4.- Control de calidad y verificación

Entre las actividades de control de calidad se realiza la revisión de la homogeneidad de la serie de producción de clínker, teniendo en cuenta que la información provisional facilitada para el último año en la edición previa del inventario es a veces revisada en la edición corriente del inventario.

4.2.5.- Realización de nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos en esta actividad.

4.2.6.- Planes de mejora

De cara al futuro se pretende, a través de contactos con la asociación empresarial OFICEMEN, obtener factores específicos por planta que pudieran mejorar la precisión del factor genérico de CO_2 por descarbonatación que se utiliza ahora para el conjunto del sector. Con esta información individualizada por planta es con la que se pretende realizar el constraste con la información de emisiones certificadas de CO_2 de las plantas de clínker que participan en el mecanismo de comercio de derechos de emisión.

4.3.- Uso de piedra caliza y dolomita (2A3)

4.3.1.- Descripción de la actividad

En esta actividad se recogen las emisiones provenientes de la descarbonatación de la piedra caliza y dolomita consumidas en la fabricación de ladrillos y tejas, así como la utilizada para desulfuración de los gases emitidos por chimeneas en las centrales térmicas (único tipo de instalaciones de las que hasta el momento actual se tiene constancia de que utilicen esta técnica de desulfuración).

En la tabla 4.3.1 se muestran las emisiones de CO_2 para esta actividad, siendo este gas el que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 4.3.2 se muestran dichas emisiones en términos de CO_2-eq, que al constar esta actividad de CO_2 como única sustancia, coincide con las ya presentadas en la tabla anterior. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO_2-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales.

Tabla 4.3.1.- Emisiones de CO_2 *(Cifras en Gg)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
1.005	975	1.593	1.879	1.971	2.146	1.806	1.313

Tabla 4.3.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	1.005	975	1.593	1.879	1.971	2.146	1.806	1.313
Índice CO_2-eq	100,0	97,0	158,5	187,0	196,1	213,5	179,6	130,6
% CO_2-eq sobre total inventario	0,35	0,31	0,42	0,45	0,45	0,50	0,41	0,32
% CO_2-eq sobre procesos industriales	3,85	3,61	4,65	5,82	5,85	6,24	5,25	4,19

4.3.2.- Metodología

Como variable de actividad para la estimación de las emisiones se toma el consumo de piedra caliza y dolomita. Estos consumos se han obtenido del siguiente modo:

- Fabricación de ladrillos y tejas: se ha estimado el consumo de carbonato cálcico asumiendo que el 12% de la arcilla es carbonato cálcico para el periodo 1990-2005, 12,64% para el año 2006, 11,62% para el año 2007 y 10,84% para el año 2008 (información facilitada por la Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida, HISPALYT)[4].

[4] Desde el año 2006 en adelante la información sobre el contenido de carbonato en las arcillas se procesa provincialmente, siendo los valores que figuran en el texto principal valores medios ponderados para el total nacional.

- Desulfuración: mediante cuestionario específico remitido a las centrales térmicas en las cuales se utiliza este tipo de técnica de reducción de las emisiones.

Cabe indicar que no se han incluido en esta categoría las emisiones de CO_2 debidas al uso de piedra caliza y dolomita como fundentes en los procesos de fabricación de acero (sinterización, hornos altos, hornos de acero), habiéndose contabilizado dichas emisiones dentro de la categoría 2C1. Tampoco se han incluido en esta categoría las emisiones de CO_2 correspondientes al uso de piedra caliza en la producción de carburo de calcio, cuyas emisiones se encuadran dentro de la categoría 2B4. Por otro lado, y siguiendo las indicaciones del Grupo de Inventarios (WG1) del Comité de Cambio Climático de la Comisión de la Unión Europea, las emisiones por la utilización de carbonato cálcico y dolomita en los diversos procesos de la industria del vidrio se han reubicado dentro de la categoría 2A7, con el fin de agrupar todas las emisiones procedentes de los procesos de descarbonatación en esta industria dentro de una misma categoría. Por último, con el fin de homogeneizar las emisiones por descarbonatación en la fabricación de magnesita (al igual que en la industria del vidrio), se han ubicado también dichas emisiones dentro de la categoría 2A7.

En la tabla 4.3.3 se presenta el consumo total estimado de piedra caliza expresado en toneladas, tanto en la fabricación de ladrillos y tejas como en los procesos de desulfuración de las centrales térmicas[5].

Tabla 4.3.3.- Consumo de piedra caliza *(Cifras en toneladas)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Piedra caliza	2.284.800	2.271.236	3.654.995	4.299.506	4.510.472	4.900.097	4.133.042	3.025.768

La estimación de las emisiones de CO_2 se ha realizado tomando como factor de emisión el derivado de la relación estequiométrica del carbonato cálcico (caliza). Se entiende que la información proporcionada por los distintos sectores ya descuenta el factor de impureza del mineral y se asume en general una eficiencia completa de la calcinación (estos dos últimos supuestos podrán eventualmente ser contrastados y en su caso introducidos explícitamente como factores de corrección en la fórmula del factor de emisión).

Como caso particular al uso de este factor de emisión se encuentra la estimación de las emisiones procedentes de la desulfuración de los gases emitidos en centrales térmicas. En este caso se ha dispuesto de información individualizada facilitada por las centrales térmicas que utilizan esta técnica de desulfuración, referente a los siguientes parámetros:

- Cantidad de materia prima utilizada (caliza).

- Riqueza de carbonato cálcico en la caliza utilizada (%).

[5] Debido a la inclusión de las emisiones de la descarbonatación en los procesos de fabricación de los distintos tipos de vidrio y de la magnesita dentro de la categoría 2A7, no se producen en esta categoría 2A3 emisiones por descarbonatación debidas al consumo de dolomita.

- Porcentaje que se descarbonata: es el porcentaje de carbonato que se disocia generando CO_2. Este factor es específico de cada central ya que viene determinado esencialmente por la eficiencia de disociación del carbonato debida a la acción de los gases ácidos generados en la combustión de los combustibles de las centrales térmicas.

Con la información de variables y parámetros anteriores se estiman las emisiones de CO_2 como producto de la cantidad de materia prima utilizada por la fracción de riqueza de carbonato cálcico y por el porcentaje que se descarbonata y , multiplicando todo ello por el factor estequiométrico de generación de CO_2 en la descarbonatación del carbonato cálcico (440 kg CO_2/t)

En la tabla 4.3.4 se muestran los factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones. En el caso de la desulfuración en centrales térmicas, se presenta el rango de factores de emisión que se obtiene a lo largo del periodo inventariado en las distintas centrales térmicas como resultado de la aplicación del algoritmo mencionado.

Tabla 4.3.4.- Uso de piedra caliza. Factores de emisión

Piedra caliza ($CaCO_3$)	**Factor de emisión CO_2 (kg/t)**
Ladrillos y tejas	440
Desulfuración en centrales térmicas	220 - 440

4.3.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La cuantificación de la incertidumbre para la variable de actividad se cifra en torno al 10%, teniendo en consideración que en la mayoría de los casos se trata de información específica de planta, lo que arrojaría un valor de incertidumbre menor que el indicado que sin embargo se vería contrarrestado por la información a nivel sectorial para alguna de las aplicaciones aquí contempladas. En cuanto a la incertidumbre de los factores de emisión se asimila a la de la fabricación de cal, la cual, según la Tabla 3.4 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, se sitúa en torno al 2%.

Como se ha comentado anteriormente, se distinguen aquí, en cuanto a la información de la variable de actividad, diversos conjuntos de agregación. Para los procesos en los que la información viene facilitada directamente a nivel de planta se considera que el requerimiento de coherencia temporal está suficientemente contrastado, y para los procesos en los que se dispone de información agregada a nivel de sector, caso de la fabricación de ladrillos y tejas, se han realizado las tareas previas de extrapolación de la muestra de plantas informantes al conjunto del total del sector, basándose en los datos de producción de la muestra y del total del sector, con lo que se consigue un buen perfil de coherencia temporal de la serie.

4.3.4.- Control de calidad y verificación

Las principales tareas de control de calidad se han referido al examen del contenido de carbonatos en las materias primas utilizadas, tarea que se ha acometido en conjunción

con los equipos técnicos de las principales asociaciones empresariales de las actividades y procesos aquí considerados.

4.3.5.- Realización de nuevos cálculos

Como ya se ha comentado, los nuevos cálculos en esta actividad han estado motivados por la reubicación de las emisiones procedentes del uso de carbonato cálcico y dolomita en el sector del vidrio de acuerdo con las recomendaciones del WG1. Asimismo, y con el fin de mantener esa misma homogeneidad en las emisiones por descarbonatación en los procesos de fabricación de magnesita, dichas emisiones han sido reubicadas en la categoría 2A7. Es por ello por lo que las emisiones de esta categoría presentan un descenso en la edición actual con respecto a la edición anterior.

En la figura 4.3.1 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO_2 (gas que confiere a este conjunto de actividades su naturaleza de clave) de la edición actual con los de la edición anterior, mientras que en la figura 4.3.2 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO_2 supone, como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en las emisiones de CO_2 en este conjunto de actividades, un descenso que oscila entre el 13,2% del año 2006 (327 Gg de CO_2) y el 22,0% del año 1994 (254 Gg de CO_2).

Figura 4.3.1.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

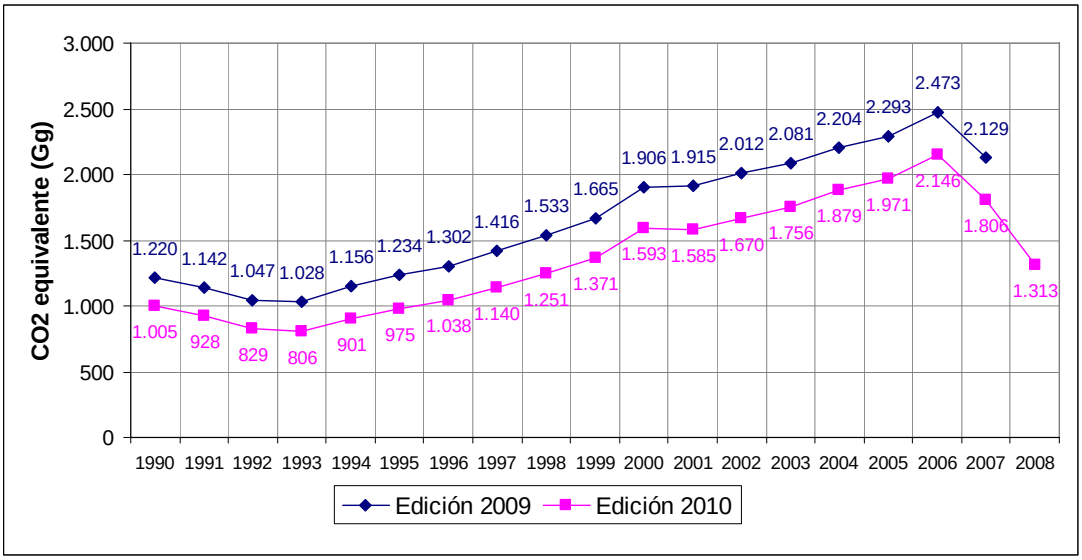
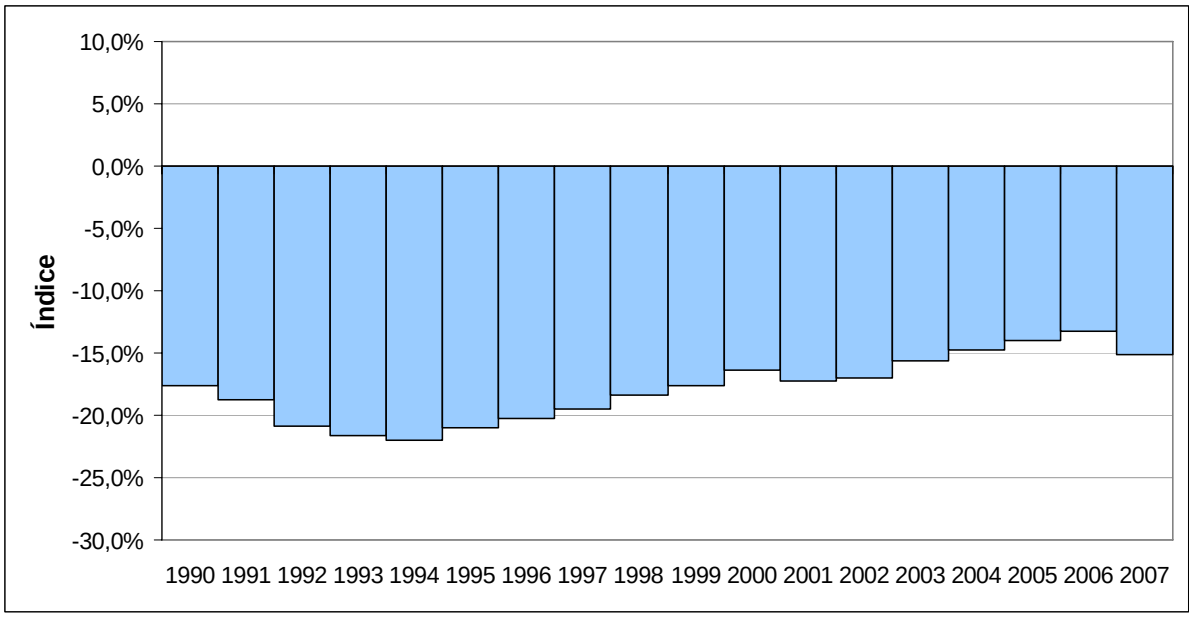


Figura 4.3.2.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



4.3.6.- Planes de mejora

Como línea de mejora se propone investigar adicionalmente los coeficientes de riqueza de carbonato en las materias primas para poder aquilatar con mayor precisión los correspondientes factores globales de emisión, al entender que este factor de riqueza es el que puede mostrar una variabilidad más significativa.

4.4.- Producción de hierro y acero (2C1)

4.4.1.- Descripción de la actividad

En esta categoría se recogen las emisiones producidas en la industria siderúrgica relativas a los procesos de fabricación de sínter, arrabio y acero, con excepción de las correspondientes a los procesos de combustión con aprovechamiento energético asociados (incluidas en la categoría 1A2a). No se han incluido aquí las emisiones procedentes del proceso de fabricación de coque al haberse recogido dichas emisiones en la categorías 1A1c (combustión en los hornos de coque) y 1B1b (emisiones fugitivas en la apertura y extinción de los hornos de coque)[6]. Sí se incluyen sin embargo, siguiendo las indicaciones del equipo revisor de la SCMCC, las emisiones procedentes de la quema de gases en antorchas en las plantas siderúrgicas integrales y que no conllevan un aprovechamiento energético.

[6] Es por este motivo por el que en la categoría 2.C.1.4 del CRF se ha utilizado una etiqueta “IE”.

En el año 1990 existían 3 plantas siderúrgicas integrales. Cada una de estas plantas disponía de hornos de sinterización, hornos altos y acerías de oxígeno básico, siendo la producción de acero en dichas plantas el 44% del total nacional (el 56% restante correspondía a acerías eléctricas, dado que en España no existen hornos de solera en el periodo inventariado). Sin embargo, en el año 2008 sólo quedan dos de las citadas plantas integrales, careciendo una de ellas de las instalaciones de sinterización y horno alto (el arrabio necesario para la fabricación del acero se lo suministra la otra planta integral, perteneciente a la misma empresa y próxima en su ubicación geográfica), siendo en 2008 la producción de acero al oxígeno el 22% de la producción total y la producción de acero en hornos eléctricos el 78% restante.

En la tabla 4.4.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero para esta actividad, siendo el CO_2 el gas que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 4.4.2 se complementa la información anterior, expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO_2-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO_2-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales.

Tabla 4.4.1.- Emisiones *(Cifras en Gg)*

Contaminante	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2	2.491	1.326	1.989	1.951	2.298	2.353	2.363	2.212
CH_4	1,0	0,7	0,8	0,7	0,8	0,6	0,7	0,7
N_2O	0,005	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002

Tabla 4.4.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	2.513	1.342	2.006	1.967	2.314	2.367	2.379	2.227
Índice CO_2-eq	100,0	53,4	79,8	78,2	92,1	94,2	94,7	88,6
% CO_2-eq sobre total inventario	0,88	0,43	0,53	0,47	0,53	0,55	0,54	0,55
% CO_2-eq sobre procesos industriales	9,62	4,96	5,86	6,09	6,87	6,88	6,92	7,10

4.4.2.- Metodología

La estimación de las emisiones de CO_2 en los procesos de fabricación de sínter, arrabio y acero se ha realizado utilizando el método de nivel 2 de IPCC según el cual se realiza un balance de carbono a través del proceso de producción, evitándose de esta manera la contabilidad por partida doble de las emisiones. La elección de este método ha sido posible al disponer de balances de masa de carbono en las materias de entrada y salida correspondientes para cada uno de los procesos encuadrados dentro de esta categoría, tal y como se describe más adelante en este mismo apartado, con distinción entre las tecnologías utilizadas en la fabricación de acero (acerías eléctricas vs acerías de oxígeno básico), dadas las diferencias sustanciales en cuanto a la tecnología y las materias primas utilizadas en ambos tipos de plantas. En cuanto a las antorchas, la estimación de las emisiones de CO_2 se basa en el contenido de carbono de cada gas incinerado y en los factores de oxidación, tal y como se detalla más adelante en este mismo epígrafe.

En cuanto a las emisiones de CH_4, tan sólo se han estimado las correspondientes a la carga de los hornos altos y a las antorchas. Para la primera de estas actividades se ha

utilizado el factor propuesto en el Manual CORINAIR[7] (parte 1, epígrafe 6.2.3) para el total de compuestos orgánicos volátiles de 0,2 kg/t de arrabio, con un porcentaje de CH_4 del 90% y un 10% de COVNM; mientras que para las antorchas se han aplicado factores de emisión genéricos de combustión seleccionados del Libro Guía EMEP/CORINAIR sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI (poder calorífico inferior) de cada uno de los gases incinerados.

Por último, las emisiones de N_2O que figuran en esta categoría corresponden exclusivamente a las producidas en las antorchas, y se han estimado, al igual que para el CH_4, aplicando factores de emisión genéricos de combustión sobre la variable de actividad tomados de CITEPA[8].

Como variables de actividad para la estimación de las emisiones se toman las producciones de acero, sínter y arrabio, las cuales se presentan en la tabla 4.4.3[9], y para las antorchas las cantidades de gases incinerados expresadas en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}). Las producciones de sínter, arrabio y acero en hornos de oxígeno básico, así como los combustibles incinerados en las antorchas, han sido facilitadas directamente por cada una de las plantas siderúrgicas integrales. En cuanto a la producción de acero en hornos eléctricos, la información sobre producciones ha sido obtenida para los años 1990-1994 a través del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC); y para los años 1994-2008 a partir de información facilitada por la asociación empresarial Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID).

Tabla 4.4.3.- Producción de acero, sínter y arrabio *(Cifras en toneladas)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Acero	13.162.544	12.817.855	15.999.504	17.978.623	17.842.351	18.331.755	18.979.255	18.562.530
Sínter	C	C	C	C	C	C	C	C
Arrabio	C	C	C	C	C	C	C	C

C = Confidencial

A continuación se detalla, para cada uno de estos procesos, la metodología seguida para estimar las emisiones de CO_2.

a) Producción de acero en hornos de oxígeno básico

Las emisiones del CO_2 en los hornos de oxígeno básico han sido estimadas utilizando el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas a la acería, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas (esta masa de carbono

7 "Default Emission Factors Handbook" (1992). Second Edition. Edited by CITEPA for DG-XI CEC.

8 CITEPA. "Facteurs d'émission du protoxyde d'azote pour les installations de combustion et les procédés industriels". Etude bibliographique. Sébastien Cibick et Jean-Pierre Fontelle. Février 2002.

9 Las producciones de sínter y arrabio no se presentan en la tabla 4.4.3 por ser confidencial esta información, al estar concentrada toda la producción en una única empresa.

diferencial por el ratio 44/12 desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO_2 en esta actividad para cada centro). La información necesaria para realizar el balance de carbono, cuya estructura se presenta en la tabla 4.4.4, ha sido facilitada vía cuestionario por las dos plantas siderúrgicas integrales existentes en la actualidad a partir del año 2000[10], mientras que para el periodo 1990-1999, al no disponer de esta información, se han obtenido las emisiones totales de CO_2 en el proceso para cada planta aplicando a las toneladas de acero producidas el factor de emisión medio resultante del periodo 2000-2002.

Por último, para la tercera planta siderúrgica integral existente en el periodo 1990-1994, se han estimado las emisiones de CO_2 aplicando el factor de emisión implícito resultante del balance de carbono en el periodo 2000-2002 de una de las dos factorías actualmente en funcionamiento con instalaciones similares a las de la planta desaparecida.

Tabla 4.4.4.- Producción de acero en hornos de oxígeno básico. Balance de carbono

		Flujo de productos		Contenido de carbono		Balance de carbono	
		UNIDAD	**AÑO**	**UNIDAD**	**AÑO**	**UNIDAD**	**AÑO**
ENTRADA	Carga metálica						
	Chatarra de acero	t		% C		t C	
	Arrabio sólido	t		% C		t C	
	Fundentes						
	Cal gruesa	t		% C		t C	
	Dolomía cruda	t		% C		t C	
	Arrabio	t		% C		t C	
	TOTAL ENTRADA					***t C***	
SALIDA	Chatarra + cascarilla	t		% C		t C	
	Acero	t		% C		t C	
	Gas de acería recuperado	kNm^3		% C/Nm^3		t C	
	Gas de acería antorcha	kNm^3		% C/Nm^3		t C	
	Emisiones difusas de partículas al agua	t		% C		t C	
	Emisiones difusas de partículas al aire	t		% C		t C	
	TOTAL SALIDA					***t C***	

Diferencia en masa de carbono	**t C**	
Emisión CO_2	**kt CO_2**	
Factor de emisión CO_2 implícito	**(kg/t acero)**	

b) Producción de acero en hornos eléctricos

Para las acerías eléctricas el cómputo de las emisiones de CO_2 de proceso se realiza sobre la base de la contribución, en términos de balance de carbono, del consumo auxiliar de combustibles (carbón coquizable, antracita, mezcla de carbones, coque de petróleo, coque siderúrgico, gas natural) y de otras materias auxiliares (electrodos de grafito,

[10] Cabe indicar que para los años 2005, 2006, 2007 y 2008 la información de ambas plantas ha sido presentada, por lo que respecta al balance de carbono de los distintos procesos realizados, de forma agregada (como una sola planta y sumarizando los contenidos de carbono de distintos materiales de entrada y salida, sin distinguir por tipo de proceso realizado)

dolomita,...). Para otros flujos de materiales se ha asumido que están en equilibrio en términos del balance de carbono, es decir, saldo nulo como diferencia entre las entradas (chatarra, arrabio, ferroaleaciones, carbón de afino) y las salidas (acero producido, escorias y polvos), según información técnica facilitada por UNESID.

c) Arrabio

Para las coladas de arrabio se han estimado las emisiones del CO_2 utilizando el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas a los hornos altos, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas (esta masa de carbono diferencial elevada por el ratio 44/12 desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO_2 en esta actividad).

La información relativa al balance de carbono, que se presenta en la tabla 4.4.5, ha podido realizarse a partir del año 2000 con la información facilitada por la única planta que realiza este proceso en estos años (véase nota 10). Para el periodo 1990-1999, al no disponer de esta información, se han obtenido las emisiones totales de CO_2 en el proceso para cada planta existente en dichos años aplicando a las toneladas de arrabio producidas el factor de emisión medio resultante del periodo 2000-2002.

Tabla 4.4.5.- Carga de hornos altos. Balance de carbono

		Flujo de productos		Contenido de carbono		Balance de carbono	
		UNIDAD	AÑO	UNIDAD	AÑO	UNIDAD	AÑO
ENTRADA	Carga mineral	t		% C		t C	
	Fundentes						
	Carbonato cálcico	t		% C		t C	
	Silicato de magnesio	t		% C		t C	
	Agentes reductores						
	Carbón de inyección	t		% C		t C	
	Coque	t		% C		t C	
	TOTAL ENTRADA					t C	
SALIDA	Polvo de botellón	t		% C		t C	
	Lodos	t		% C		t C	
	Polvo captación tolvas	t		% C		t C	
	Polvo nave colada	t		% C		t C	
	Arrabio	t		% C		t C	
	Gas de horno alto	kNm^3		g C/Nm^3		t C	
	Emisiones difusas de partículas al agua	t		% C		t C	
	Emisiones difusas de partículas al aire	t		% C		t C	
	TOTAL SALIDA					t C	

Diferencia en masa de carbono	**t C**	
Emisión CO_2	**kt CO_2**	
Factor de emisión CO_2 implícito	**(kg/t arrabio)**	

d) Sínter

Para estimar las emisiones totales de CO_2 en la fabricación de sínter se ha utilizado el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas al proceso de sinterización, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las materias entrantes la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas, obteniéndose una emisión de CO_2 como la masa de este carbono diferencial elevada por el ratio 44/12. De estas emisiones totales, se descuentan las imputables al consumo de combustibles (combustión) en los hornos de sinterización, imputándose a esta categoría 2C1 las emisiones restantes, evitando de esta manera la doble contabilización de emisiones.

Este balance de carbono se ha podido realizar a partir del año 2000 con información facilitada por la única planta que produce sínter en estos años (véase nota 10). Para el periodo 1990-1999, al no disponer de esta información, se han obtenido las emisiones totales de CO_2 en el proceso para cada planta aplicando, a las toneladas de sínter producidas, el factor de emisión medio resultante del periodo 2000-2002, y descontando en cada planta las emisiones correspondientes a los consumos de combustibles (combustión).

En la tabla 4.4.6 se presenta la plantilla con la información solicitada para poder realizar el balance de carbono en la fabricación de sínter.

Tabla 4.4.6.- Plantas de sinterización. Balance de carbono

		Flujo de productos		Contenido de carbono		Balance de carbono	
		UNIDAD	**AÑO**	**UNIDAD**	**AÑO**	**UNIDAD**	**AÑO**
ENTRADA	Mineral de hierro	t		% C		t C	
	Fundentes	t		% C		t C	
	Caliza	t		% C		t C	
	Recuperaciones	t		% C		t C	
	Polvo botellón	t		% C		t C	
	Antracita	t		% C		t C	
	Finos de coque	t		% C		t C	
	Gas de coquería	kNm^3		g C/Nm^3		t C	
	TOTAL ENTRADA					***t C***	
SALIDA	Sínter	t		% C		t C	
	Emisiones difusas de partículas al aire	t		% C		t C	
	TOTAL SALIDA					***t C***	
OTRAS SALIDAS							
	CO chimenea (no se resta)			% C		t C	

Diferencia en masa de carbono	**t C**	
Emisión CO_2	**kt CO_2**	
Factor de emisión CO_2 implícito	**(kg/t sínter)**	

e) Antorchas

Las antorchas en las plantas siderúrgicas integrales constituyen un tipo de proceso diferenciado. Su objetivo principal es el control de los posibles desequilibrios entre los flujos de entradas/salidas de las principales unidades de producción, esencialmente hornos altos y hornos de producción acero. La información de los gases quemados en antorchas (volumen y composición) se recibe a través de cuestionarios individualizados facilitados por las propias plantas, las cuales obtienen dicha información mediante una combinación de mediciones y balances de masas.

Para la estimación de las emisiones de CO_2, de las antorchas de las plantas siderúrgicas integrales se da preferencia al procedimiento de cálculo que parte del contenido de carbono de cada gas incinerado, y se complementa el cálculo estequiométrico elevado a masa de CO_2 con la inclusión de los factores de oxidación (véase la ecuación [3.2.1] y la explicación con más detalle del algoritmo expuesto en el epígrafe 3.2.2). En aquellos casos en los que no se ha podido disponer de los datos necesarios para aplicar este algoritmo se han utilizado factores de emisión por defecto a partir de características estándar de los combustibles. En cuanto a las emisiones de CH_4 y N_2O, se han aplicado factores de emisión genéricos de combustión seleccionados del Libro Guía EMEP/CORINAIR para el CH_4 y de CITEPA[11] para el N_2O sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI de cada uno de los gases incinerados. En la tabla 4.4.7 se presentan los factores de emisión utilizados en la estimación de las emisiones.

Tabla 4.4.7.- Antorchas en siderurgia. Factores de emisión

	CO_2 (t/TJ)	CH_4 (kg/TJ)	N_2O (kg/TJ)
G.L.P.	63,67-64,19 (1)	0,9	2,5
Gas de coquería	41,3-45 (1)	2,5	1,75
Gas de horno alto	242,9-293,5 (1)	0,3	1,75
Gas de acería	181,3-191,5 (1)	0,3	2,5
Gas natural	56	1,4	2,5

Fuente: Para el CH_4 Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 332, Tabla 8.2 y Capítulo 111, Tabla 27, asimilando los factores de emisión a los de las actividades contempladas en dichos capítulos.
CITEPA, para el N_2O.

(1) El rango de factores de CO_2 indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado.

4.4.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

El proceso con incertidumbre más elevada en esta fuente clave es el de la incineración en antorchas, en el que las incertidumbres se estiman en un 30% para la variable de actividad (teniendo en cuenta que algunos de los volúmenes de gas quemado en antorchas son estimados), y en un 10% para el factor de emisión (habida cuenta del conocimiento parcial sobre la composición de los gases incinerados).

[11] CITEPA. “Facteurs d’émission du protoxyde d’azote pour les installations de combustion et les procédés industriels”. Etude bibliographique. Sébastien Cibick et Jean-Pierre Fontelle. Février 2002.

Para el resto de procesos considerados se ha asumido de forma conjunta que la incertidumbre de las variables de actividad se sitúa en un 3%, y para el factor de emisión la incertidumbre, presumiblemente mayor, podría cifrarse en torno al 5%.

No obstante, relacionando la incertidumbre con la coherencia temporal, debe mencionarse que el grado de incertidumbre de la información se considera mayor en el periodo 1990-1999, por la dificultad de recopilar retrospectivamente los datos relativos a estos años. Adicionalmente, y para el caso particular de las acerías eléctricas, debe tenerse en consideración la variabilidad existente a lo largo del periodo inventariado en cuanto a los tipos y calidades de los aceros producidos, cuyas características repercuten en los materiales utilizados en el proceso de fabricación, por lo que los ratios de emisión de CO_2 por tonelada de acero producido son variables entre plantas y años.

4.4.4.- Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría debe destacarse el seguimiento que se realiza del margen de oscilación interanual del contenido de carbono emitido como CO_2 con respecto al carbono de entradas y salidas. Ante la presencia eventual de valores atípicos en un año se investiga, con las plantas del sector o con la propia asociación, las causas de su aparición y sus posibles justificaciones, efectuando en su caso las correcciones oportunas.

4.4.5.- Realización de nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos en esta actividad.

4.4.6.- Planes de mejora

Una actuación para la mejora en este sector es el planteamiento de recogida de información individualizada por planta para todas las acerías eléctricas. De este modo se podría contrastar información específica con un nivel de desglose muy superior al actual. Este planteamiento ya ha sido propuesto ante UNESID.

4.5.- Procesos industriales (2 excepto 2A1, 2A2, 2A3 y 2C1)

4.5.1.- Descripción de la actividad

Esta es una partida heterogénea de actividades que agrupa, por lo que respecta a las emisiones de CO_2, las actividades correspondientes a procesos industriales con la excepción de la fabricación de cemento (categoría 2A1) y cal (categoría 2A2), el uso de piedra caliza y dolomita (categoría 2A3)[12] y los procesos en la producción de hierro y acero

[12] El uso de piedra caliza y dolomita en los sectores de fabricación de vidrio y de magnesita no están contemplados en la categoría 2A3, sino que han sido incluidos en la categoría 2A7 (véase epígrafe 4.3)

(categoría 2C1), categorías todas ellas descritas en su apartado correspondiente. Entre la relación de actividades consideradas cabe destacar por su importancia en las emisiones de CO_2 la producción y el uso de carbonato sódico, la fabricación de amoníaco, la producción de carburos, la producción de ferroaleaciones y de silicio metal, la producción de aluminio, los procesos de descarbonatación en la industria del vidrio, en la fabricación de revestimientos y pavimentos cerámicos así como en la fabricación de magnesita.

En la tabla 4.5.1 se muestran las emisiones de CO_2 (exclusivamente), al conferir este gas la naturaleza de fuente clave al conjunto de actividades mencionadas. En la tabla 4.5.2 se presenta, asimismo, el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de dichas emisiones y las contribuciones de las emisiones de CO_2 de esta categoría sobre el total de emisiones de CO_2-eq del inventario y del sector Procesos Industriales respectivamente.

***Tabla 4.5.1.- Emisiones de CO_2** (Cifras en Gg)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
2.745	3.068	3.282	3.541	3.688	3.642	3.691	3.507

Tabla 4.5.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	8.939	10.848	14.148	10.162	10.683	10.959	11.148	11.400
Índice CO_2-eq	100,0	121,4	158,3	113,7	119,5	122,6	124,7	127,5
% CO_2-eq sobre total inventario	3,14	3,44	3,72	2,42	2,46	2,56	2,54	2,81
% CO_2-eq sobre procesos industriales	34,23	40,11	41,33	31,49	31,70	31,84	32,43	36,37

4.5.2.- Metodología

a) Producción y uso de carbonato sódico

En España existe tan sólo una planta de fabricación de carbonato sódico, la cual usa el proceso Solvay. Las cifras de producción han sido facilitadas directamente por la propia planta.

De acuerdo con el Manual de Referencia 1996 IPCC (apartado 2.6.1), las emisiones de CO_2 asociadas al proceso de fabricación Solvay son nulas si se realizan bajo condiciones estequiométricas, como se desprende de la observación del balance neto general del conjunto de reacciones que lleva este proceso, y que puede expresarse según la reacción siguiente:

$$CaCO_3 + 2NaCl \rightarrow Na_2CO_3 + CaCl_2 \qquad [4.5.1]$$

Sin embargo, el proceso real no se efectúa en estas condiciones, sino en condiciones de exceso de producción de CO_2, que según la citada referencia procede del consumo (no energético) de coque metalúrgico. Este consumo de coque metalúrgico debe ser descontado de las emisiones potenciales del coque energético para no incurrir en doble contabilización. El valor del factor de emisión para la producción de carbonato sódico, ha sido facilitado por la propia planta de producción. Sin embargo, por motivos de confidencialidad se omite la

presentación de este factor ya, que con las emisiones podría inferirse las cifras de producción que la empresa mantiene como confidenciales.

En cuanto al uso de carbonato sódico, se ha tomado como variable de actividad el consumo aparente de este producto y como referencia para el factor de emisión el dato que figura en el epígrafe 2.6.2 del Manual de Referencia 1996 IPCC de 415 kg CO_2/tonelada de carbonato sódico. Cabe mencionar que no se incluye en la categoría 2A4 el uso de carbonato sódico en la industria del vidrio, ya que las emisiones de CO_2 procedentes de los procesos de descarbonatación en esta industria se han ubicado en la categoría 2A7 (Productos Minerales: Otros).

b) Productos Minerales: Otros

La estimación de las emisiones de esta actividad se ha llevado a cabo utilizando la metodología por defecto del Manual de Referencia 1996 IPCC de aplicación de un factor de emisión por unidad de material producido o consumido. En general, la variable de actividad utilizada en los procesos aquí considerados es la cantidad de carbonatos y agentes reductores utilizados en los procesos de fabricación de los distintos tipos de vidrio y en la fabricación de magnesita. En concreto, la información sobre estos consumos se ha obtenido del siguiente modo:

- Fabricación de vidrio: mediante información facilitada vía cuestionario por las propias plantas del sector a través de la asociación empresarial Vidrio España, habiéndose realizado estimaciones mediante procedimientos de interpolación en aquellos años y sub-sectores de fabricación de vidrio para los que no se disponía de información al respecto; y para la fabricación de fritas de vidrio, a partir de información facilitada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colores Cerámicos (ANFFECC) sobre emisiones de CO_2 debidas a la descarbonatación, bajo el supuesto de que dichas emisiones proceden en un 50% por el uso de carbonato cálcico y en otro 50% por el uso de carbonato sódico.

- Fabricación de magnesitas: mediante cuestionario individualizado a las dos plantas productoras.

La excepción a esta variable de actividad la constituye el proceso de fabricación de revestimientos y pavimentos cerámicos, en el que las emisiones de CO_2 se producen como consecuencia de la descarbonatación de las arcillas utilizadas como materia prima básica del proceso. En este caso la variable de actividad considerada ha sido la producción de baldosas, distinguiendo entre las baldosas porosas y no porosas. Esta distinción viene motivada por el hecho de que las baldosas porosas necesitan el uso de arcillas con una mayor proporción de carbonatos con el fin de conseguir la porosidad del soporte. Los datos sobre producción de cada tipo de baldosas han sido facilitados por la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos, Pavimentos y Baldosas Cerámicas (ASCER).

En la tabla 4.5.3 se presentan las cantidades consumidas de los distintos carbonatos y agentes reductores en la fabricación de vidrio y de magnesita, así como las producciones de baldosas según los tipos considerados[13].

Tabla 4.5.3.- Otros productos minerales. Producciones y consumos *(Cifras en Gg; miles de m^2 para las baldosas)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Producciones								
Baldosas porosas	100.900	176.314	231.160	234.049	237.181	241.898	241.315	204.300
Baldosas no porosas	100.900	182.486	346.640	361.451	372.019	366.502	343.385	290.400
Consumos								
Carbonato cálcico	291,2	330,6	420,5	401,4	389,6	425,2	405,6	389,0
Dolomita	182,4	237,2	268,7	310,3	314,4	292,4	302,9	277,1
Carbonato de sodio	425,4	491,7	612,0	660,6	640,5	648,9	639,5	576,5
Carbonato de bario	1,5	1,7	1,8	0,9	0,8	16,3	0,6	0,6
Carbonato de litio	-	-	-	-	0,001	0,02	0,01	0,01
Carbonato de potasio	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
Carbonato de magnesio	317,2	436,2	406,1	455,1	463,5	469,9	478,1	481,3
Carbonato de hierro	4,0	4,6	4,7	5,6	4,6	4,9	4,4	4,0
Carbón	0,03	0,1	0,1	0,2	0,6	0,5	0,9	1,2

Nota.- Para las baldosas se presenta el dato expresado en miles de m^2 tal y como lo informa la fuente original.

Para cada uno de los tipos de carbonato utilizados, se obtiene el factor de emisión de CO_2 a partir de su composición molecular correspondiente. En el caso del uso de carbón como agente reductor, el factor de emisión de CO_2 depende del contenido de carbono en el carbón, por lo que se presenta el rango de factores a lo largo del periodo inventariado. Por último, por lo que a la producción de baldosas se refiere, los factores de emisión utilizados han sido propuestos por ASCER.

Tabla 4.5.4.- Otros productos minerales. Factores de emisión de CO_2

	Factor	Unidad
Por producción		
Baldosas porosas	735	kg/miles m^2
Baldosas no porosas	87,5	kg/miles m^2
Por consumo		
Carbonato cálcico	439,930	kg/t
Dolomita	477,563	kg/t
Carbonato de sodio	415,230	kg/t
Carbonato de bario	223,016	kg/t
Carbonato de litio	595,603	kg/t
Carbonato de potasio	318,437	kg/t
Carbonato de magnesio	522,238	kg/t
Carbonato de hierro	452,817	kg/t
Carbón	3.229 – 3.600	kg/t

[13] La producción de baldosas se expresa en miles de m^2.

c) Producción de amoníaco

Para esta actividad se ha podido disponer de la producción de amoníaco en cada una de las plantas existentes en España, la cual se presenta en la tabla 4.5.5. En el año 1990 existían cuatro plantas de fabricación de amoníaco, quedando únicamente dos plantas en activo en el año 2008.

Tabla 4.5.5.- Producción de amoníaco *(Cifras en toneladas)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
572.985	550.597	534.028	490.763	541.812	488.131	525.835	421.995

En una de las plantas, existente entre los años 1990 y 1996, el proceso de fabricación era por síntesis directa del amoníaco, realizándose dicha síntesis en circuito cerrado sin reformado, con hidrógeno puro y nitrógeno puro por destilación fraccionada del aire. Es por ello por lo que en dicha planta no se producían emisiones de CO_2.

Para las restantes plantas actualmente en funcionamiento se dispone de información individualizada a nivel de planta, recabada mediante cuestionario individualizado, sobre las siguientes variables[14]:

Producción de amoníaco (t)	
Producción de urea (t)	
Consumo de gas natural (MWh PCS)	
Consumo de gas de refinería (t)	
Consumo de nafta (t)	
CO_2 producido (t)	
CO_2 consumido (t)	
CO_2 vendido (t)	
CO_2 emitido directamente (t)	

Cabe mencionar que no se ha podido disponer sin embargo de los consumos de gas natural, nafta o gas de refinería utilizados como materia prima en el proceso de fabricación hasta el año 2005, por lo que la elección del método de estimación está determinada por esta circunstancia.

Aunque desde un punto de vista estricto las emisiones generadas en cada planta corresponden con los valores de la fila *"CO_2 emitido directamente*", se ha seguido un procedimiento conservador y se ha calculado la emisión a partir de los datos de la fila *"CO_2 producido*", dado que no se ha podido hacer un seguimiento de las emisiones que corresponderían al uso de la urea que tendría asociado el valor de la fila *"CO_2 consumido*", y al uso de las ventas que tendría asociado el valor de la fila "*CO_2 vendido*". En ediciones futuras del inventario, se prevé hacer un seguimiento de estas dos partidas de CO_2 externas

[14] No se presentan los datos sobre estas variables dado que son de carácter confidencial, al corresponder dichos datos a una sola empresa.

a la propia producción de amoníaco para imputar a ésta únicamente la partida de CO_2 emitido directamente.

Por ello se ha aplicado a las toneladas de amoníaco producidas los factores de emisión facilitados por las propias plantas en cada año. Estos factores se sitúan en el rango 1.009-1.294 kg CO_2/tonelada de amoníaco si se utiliza gas natural y en el rango 1.420-1.430 kg CO_2/tonelada de amoníaco si se utiliza nafta/gas de refinería.

d) Producción de carburos

Para el carburo de silicio sólo hay dos plantas de fabricación en España (ambas pertenecientes a la misma empresa), y la producción ha sido facilitada por las propias plantas productoras. En cuanto al carburo de calcio (tres plantas de fabricación en 1990 y dos el resto del periodo inventariado), los datos de producción se han tomado de la publicación "La Industria Química en España" para los años 1990-2002 y de la publicación "Anuario de Ingeniería Química" para los años 2003 y 2004, mientras que a partir del año 2005 la información ha sido facilitada directamente por las propias plantas productoras. En la tabla 4.5.6 se muestran los datos de producción (la información correspondiente al carburo de silicio es confidencial y la correspondiente al carburo de calcio lo es a partir de 2005).

Tabla 4.5.6.- Producción de carburos *(Cifras en toneladas)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Carburo de silicio	C	C	C	C	C	C	C	C
Carburo cálcico	43.604	43.600	36.420	40.900	C	C	C	C

C = Confidencial

Para el carburo de silicio se ha podido disponer para el año 2008, en cada una de las plantas, de la información sobre el consumo de coque de petróleo, el contenido de carbono de dicho coque de petróleo y el porcentaje de carbono retenido en el producto. Con esta información, se ha obtenido la emisión de CO_2 correspondiente al año 2008 mediante balance masas, en lugar de la aplicación de un factor de emisión por defecto. Para el periodo 1990-2007, en el que la información se limita a la producción de carburo de silicio, las emisiones se han estimado mediante la aplicación del factor de emisión implícito de CO_2 obtenido para el año 2008.

Por lo que al carburo cálcico se refiere, se ha podido disponer de la información sobre consumos de piedra caliza y otros agentes reductores (coque siderúrgico y coque de petróleo) en cada una de las plantas para el periodo 2005-2008, contenido de carbono de dichos agentes reductores, así como el porcentaje de carbono retenido en el producto. Con esta información se ha podido realizar la estimación en dichos años de las emisiones de CO_2, utilizando para ello un procedimiento de balance de masas en lugar de la aplicación de un factor de emisión por defecto. Asimismo, se han incorporado las emisiones de CO_2 por el consumo de electrodos en una de las plantas. En cuanto al periodo 1990-2004, se ha homogeneizado la estimación de las emisiones mediante la aplicación en dichos años de

factores de emisión implícitos en cada planta a partir de la información facilitada para el año 2005[15].

No obstante, se omite la presentación de los factores de emisión por motivos de confidencialidad, ya que con las emisiones podrían inferirse las cifras de producción que las empresas mantienen como confidenciales.

e) Ferroaleaciones

La metodología utilizada para la estimación de las emisiones de las ferroaleaciones es la propuesta por defecto por IPCC, es decir, la aplicación de un factor de emisión al volumen de producción de cada tipo de ferroaleación. Estas producciones, que se muestran en la tabla 4.5.7, han sido facilitadas por las propias plantas productoras.

Tabla 4.5.7.- Producción de ferroaleaciones *(Cifras en toneladas)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Ferrosilicio	37.589	38.131	49.961	67.340	64.166	62.348	66.561	69.105
Ferromanganeso	49.512	57.368	90.396	158.749	154.771	142.625	152.201	170.935
Silicomanganeso	55.091	88.607	141.226	114.826	142.903	151.347	162.194	151.884

Sin embargo, para la estimación de las emisiones de CO_2 no se han utilizado los factores de emisión por defecto propuestos por IPCC, sino que se han aplicado factores específicos para cada planta y producto, y que varían en función de las materias primas utilizadas. Para ello, se ha partido de la información sobre factores de emisión suministrada mediante cuestionario individualizado para cada planta y producto[16]. Sin embargo, para el periodo 1990-2007 la información facilitada no presenta la diferenciación entre las emisiones de CO_2 de origen fósil y las de origen biogénico, diferenciación que sí ha sido facilitada para el año 2008. Para obtener las emisiones de origen fósil del periodo 1990-2007 se ha aplicado sobre los factores de emisión totales de CO_2 en cada uno de esos años la fracción de origen fósil correspondiente al año 2008. En la tabla 4.5.8 se presenta la información sobre los factores de emisión implícitos de CO_2 para cada uno de los tipos de ferroaleaciones.

Tabla 4.5.8.- Producción de ferroaleaciones. Factores de emisión implícitos de CO_2 (kg CO_2/t de producto)

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Ferrosilicio	3.494	3.507	3.501	3.510	3.663	3.642	3.560	3.557
Ferromanganeso	1.139	1.203	940	978	1.057	968	937	1.045
Silicomanganeso	1.737	1.681	1.671	1.695	1.620	1.658	1.621	1.614

[15] Para la tercera planta existente en el año 1990 la estimación de las emisiones de CO_2 se ha realizado mediante la aplicación del factor de emisión propuesto en la sección 2.11.2 del Manual de Referencia 1996 IPCC de 1,8 t CO_2/tonelada de carburo cálcico, dado que no se dispone de información sobre consumo de agentes reductores en dicha planta.

[16] Para el año 2004, los factores de emisión originales facilitados para cada una de las plantas y productos se habían obtenido como promedio de las estimaciones de las emisiones de CO_2 de los años 2001-2004, habiéndose tomado como representativos de todo el periodo 1990-2004.

f) Producción de aluminio

La metodología de estimación de las emisiones de CO_2 (así como las de PFC) en la fabricación de aluminio se detalla en el epígrafe 4.7

g) Producción de silicio

Dado que en esta actividad tan sólo se ha podido disponer de la producción de silicio metal, se ha utilizado la metodología por defecto propuesta en el Manual de Referencia 1996 IPCC para la estimación de las emisiones de CO_2 (aplicación de un factor de emisión sobre la variable de actividad, producción de silicio metal). El dato de producción, que se presenta en la tabla 4.5.9, ha sido facilitado directamente por la única planta fabricante de este producto.

Tabla 4.5.9.- Producción de silicio metal *(Cifras en toneladas)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
12.060	18.820	29.092	33.315	37.043	33.620	35.843	37.579

Para realizar la estimación de las emisiones de CO_2 se ha partido de los factores de emisión suministrados por la propia planta productora mediante cuestionario individualizado[17]. Sin embargo, para el periodo 1990-2007 la información facilitada no presenta la diferenciación entre las emisiones de CO_2 de origen fósil y las de origen biogénico, diferenciación que sí ha sido facilitada para el año 2008. Para obtener las emisiones de origen fósil del periodo 1990-2007 se ha aplicado sobre los factores de emisión totales de CO_2 en cada uno de esos años la fracción de origen fósil correspondiente al año 2008. En la tabla 4.5.10 se presenta la información sobre los factores de emisión implícitos en la estimación de las emisiones de CO_2 de esta actividad[18].

Tabla 4.5.10.- Producción de silicio metal. Factores de emisión de CO_2 (kg/t silicio)

1990-2004	2005	2006	2007	2008
5.276,30	5.225,63	5.125,98	5.127,89	5.054,29

4.5.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Es obvio que cada una de las actividades reseñadas en este epígrafe tiene sus incertidumbres asociadas a variables de actividad y factores de emisión. No obstante, a nivel global, se estima que la incertidumbre asociada a la combinación de variables de actividad se sitúa en torno al 10%, mientras que para la combinación de factores de emisión de CO_2 la incertidumbre se situaría en torno al 30%.

---

[17] Para el año 2004, el factor de emisión original facilitado por la planta se había obtenido como promedio de la estimación de las emisiones de CO_2 de los años 2001-2004, habiéndose tomado como representativo de todo el periodo 1990-2004.

[18] El factor de emisión por defecto propuesto por IPCC es de 4.300 kg CO_2/tonelada de silicio metal (Sección 2.13.4.2, Tabla 2.15, del Manual de Referencia 1996 IPCC)

Por lo que a la coherencia temporal se refiere, se ha realizado un seguimiento detallado de los procesos aquí mencionados para asegurar la homogeneidad de las series de variables de actividad utilizadas. En cuanto a los factores de emisión, se consideran representativos, bien sea porque provengan del análisis de información detallada por planta, o por basarse en cálculos estequiométricos.

4.5.4.- Control de calidad y verificación

En cuanto a las actividades de control de calidad, destacan los procedimientos adoptados para controlar la información de manera individualizada a nivel de planta y tener así en consideración las particularidades que hubiera en cada instalación.

En el sector de fabricación de vidrio, se dispone desde el año 2003 de información individualizada a nivel de planta, por lo que se realiza un contraste de los datos relativos a los consumos de los distintos tipos de carbonatos y agentes reductores comprobando la homogeneidad temporal tanto de las cantidades facilitadas como de los tipos de carbonatos consumidos. Este mismo control se realiza en los procesos de fabricación de magnesitas, donde también se dispone de cuestionario individualizado de cada una de las plantas (en este caso para todo el periodo analizado).

En la producción de carburos, tanto de calcio como de silicio, se realiza una comparación, entre plantas que producen un mismo tipo de carburo, de los balances de masas utilizados en la estimación de las emisiones de CO_2, para poder así detectar posibles anomalías en los valores facilitados de dichos balances.

En cuanto a la producción de ferroaleaciones y de silicio metal, la información se recaba asimismo a nivel de planta, contrastando la homogeneidad de los factores de emisión suministrados por las propias plantas a lo largo del periodo analizado para cada uno de los productos.

4.5.5.- Realización de nuevos cálculos

A continuación se describen los cambios realizados en la estimación de las emisiones de este conjunto de actividades. Se presentan aquí los nuevos cálculos realizados aunque no afectan directamente a las emisiones de CO_2, que es el gas que confiere a esta fuente su naturaleza de clave.

- En la categoría 2A7 se han reubicado las emisiones procedentes del uso de piedra caliza, dolomita y carbonato sódico del sector del vidrio, de acuerdo con las recomendaciones del WG1, que en la edición anterior del inventario se encuadraban en las categorías 2A3 y 2A4. Asimismo, y con el fin de mantener esa misma homogeneidad en los procesos de fabricación de magnesita se han reubicado en la categoría 2A7 las emisiones por descarbonatación debidas al uso de dolomita en este sector que en la edición anterior se encuadraban en la categoría 2A3.

- Se han revisado las emisiones de la fabricación de carburo de silicio (actividad 2B4) basándose en el consumo de coque de petróleo y sus características (contenido de carbono), así como en la cantidad de carbono retenida en el producto. En la edición

anterior la estimación de las emisiones estaba basada en la cantidad de carburo de silicio producido.

- Se han revisado las emisiones de la fabricación de carburo de calcio (actividad 2B4) basándose en los materiales de entrada al proceso (coque de petróleo, coque siderúrgico, piedra caliza, antracita) y sus características (contenido de carbono), así como en la cantidad de carbono retenida en el producto. En la edición anterior la estimación de las emisiones estaba basada en la cantidad de carburo de calcio producido. Adicionalmente, se ha corregido para esta actividad un error detectado en la edición anterior en la estimación de las emisiones de CH_4, al haber aplicado un factor de emisión a la producción de carburo de calcio que en realidad correspondía al carburo de silicio (si bien esta modificación afecta a las emisiones de CH_4 (gas que no confiere a este conjunto de actividades la caracterización de fuente clave), sí afecta en términos de emisiones de CO_2-eq).

- En la producción de ferroaleaciones (actividad 2C2) y de silicio metal (actividad 2C5), se ha revisado la estimación de las emisiones de CO_2 de todo el periodo 1990-2007 para descontar la fracción de origen biogénico que estaba incluida en las emisiones de CO_2 facilitadas por la propias plantas productoras.

En la figura 4.5.1 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO_2 (gas que confiere a este conjunto de actividades su naturaleza de clave) de la edición actual con los de la edición anterior, mientras que en la figura 4.5.2 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO_2 como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en las emisiones de CO_2 en este conjunto de actividades supone un incremento que oscila entre el 4,1% del año 2005 (145 Gg de CO_2) y el 6,7% del año 2007 (230 Gg de CO_2).

Figura 4.5.1.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

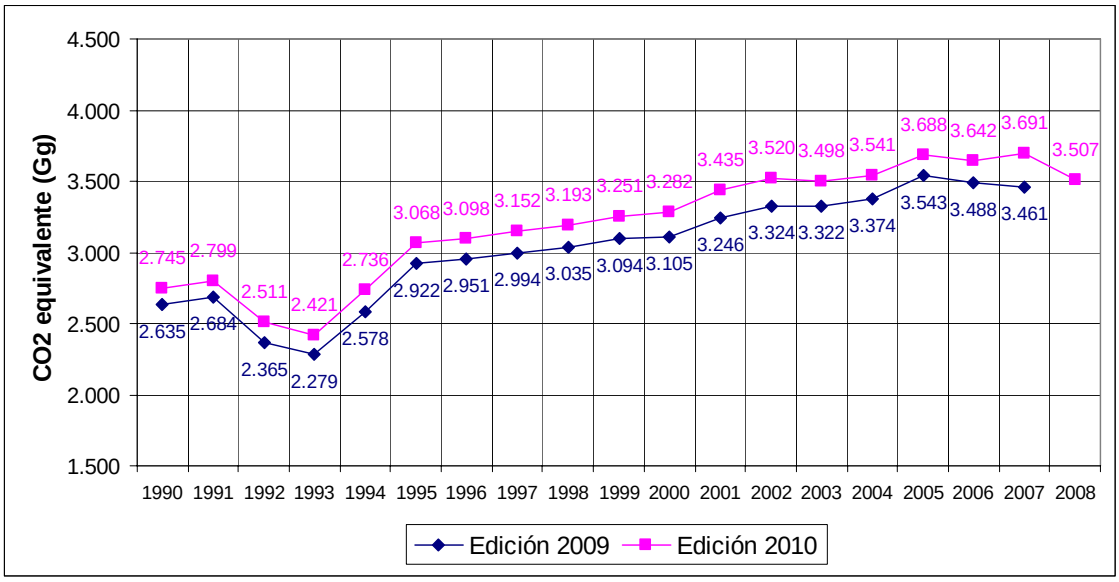
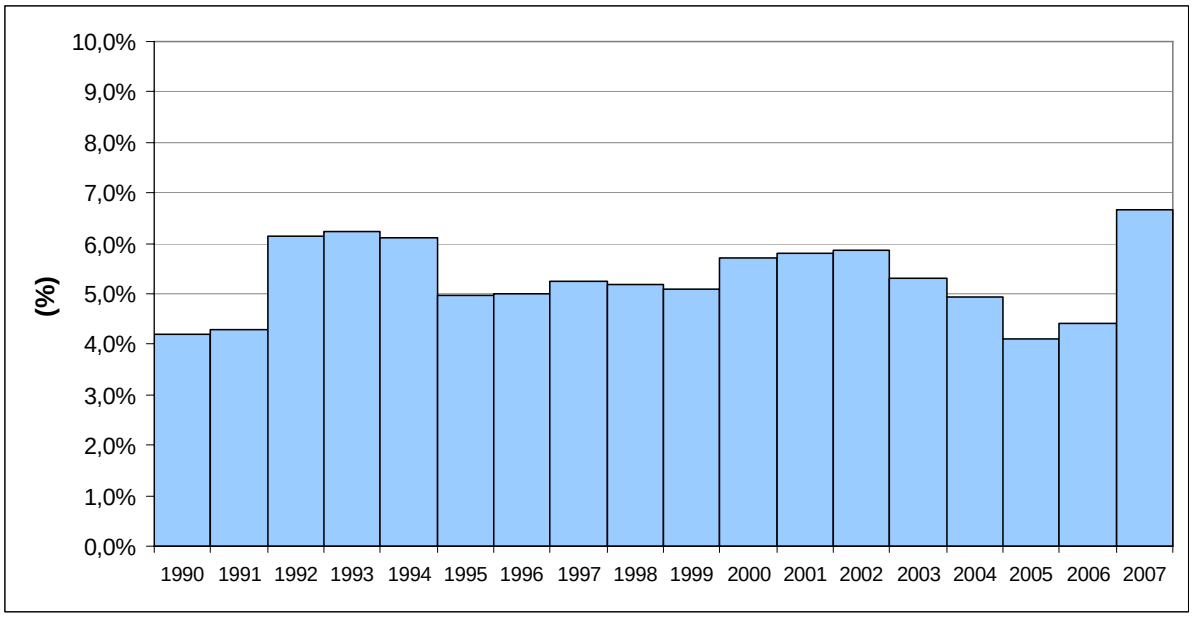


Figura 4.5.2.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



4.5.6.- Planes de mejora

Dado que la información sobre variables de actividad se considera ya cubierta con un alto grado de detalle (a nivel de planta en la mayoría de las actividades), se planea como mejora incorporar información específica por planta relativa a tecnologías de control que pudieran tener como consecuencia una mayor exactitud y precisión en el nivel de los factores de emisión aplicados, si bien actualmente ya se recogen determinadas especificidades de proceso de las plantas.

4.6.- Producción de ácido nítrico (2B2)

4.6.1.- Descripción de la actividad

El método más utilizado de obtención de ácido nítrico es el de la oxidación catalítica del amoníaco con oxígeno o aire. Se forma óxido nítrico (NO), que es oxidado a dióxido de nitrógeno (NO_2), y éste se combina con agua y oxígeno para dar ácido nítrico con una concentración que oscila entre el 50% y el 70% en peso ("ácido débil"). Para la producción de ácido nítrico altamente concentrado (98% en peso), se produce el NO_2 de la misma forma descrita anteriormente, siendo absorbido en ácido altamente concentrado, destilado, condensado y finalmente convertido en ácido nítrico altamente concentrado a alta presión mediante la adición de una mezcla de agua y oxígeno puro.

Existen tres tipos de proceso en función de la presión de trabajo: baja (< 1,7 bares), media (1,7-6,5 bares) y alta presión (> 8 bares). En España había en 1990 trece plantas de fabricación de ácido nítrico (cuatro de baja presión, cinco de media presión, dos de alta presión y dos plantas que utilizaban los procesos de baja y media presión), mientras que en

2008 quedan cuatro plantas de fabricación de ácido nítrico (una de baja presión, dos de media presión y una planta que utiliza los procesos de baja y de media presión).

En la tabla 4.6.1 se muestran las emisiones de N_2O para esta actividad, siendo este gas el que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 4.6.2 se muestran dichas emisiones en términos de CO_2-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO_2-eq y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales.

Tabla 4.6.1.- Emisiones de N_2O *(Cifras en Gg)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
9,0	6,9	6,7	4,5	4,7	3,8	3,2	3,2

Tabla 4.6.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	2.800	2.144	2.076	1.400	1.449	1.166	995	988
Índice CO_2-eq	100,0	76,6	74,2	50,0	51,7	41,6	35,5	35,3
% CO_2-eq sobre total inventario	0,98	0,68	0,55	0,33	0,33	0,27	0,23	0,24
% CO_2-eq sobre procesos industriales	10,72	7,93	6,07	4,34	4,30	3,39	2,89	3,15

4.6.2.- Metodología

La producción de ácido nítrico utilizada como variable de actividad en la estimación de las emisiones, se ha obtenido a partir de datos facilitados por las propias plantas productoras para los años 1990 y 2008, y de información facilitada por la Federación Empresarial de la Industria Química en España (FEIQUE) y por el MITYC para el resto de años del periodo inventariado, con desglose por planta y tipo de proceso de fabricación. En la tabla 4.6.3 se presenta las producciones de ácido nítrico. Como puede apreciarse se ha producido un descenso significativo en la producción a lo largo del periodo inventariado como consecuencia del progresivo cierre de plantas a lo largo del mismo.

Tabla 4.6.3.- Producción de ácido nítrico *(Cifras en toneladas)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
1.329.107	1.098.533	1.074.181	823.792	857.363	716.768	626.333	633.614

Para el caso del NO_X los factores de emisión asociados, cuando no se dispone de medidas de este contaminante, dependen del tipo de proceso de fabricación utilizado, distinguiendo entre baja, media o alta presión. Es por ello por lo que es necesario disponer de la información sobre la variable de actividad con distinción entre cada uno de los procesos mencionados.

Para realizar la estimación de las emisiones de N_2O se ha tomado la información sobre mediciones de este contaminante y sobre las técnicas de reducción de las emisiones (incluyendo el año de puesta en marcha de cada una de las técnicas implantadas) facilitadas para el año 2008, vía cuestionario individualizado, por las plantas de fabricación de ácido

nítrico actualmente en funcionamiento. A partir de esta información, se ha obtenido para cada una de estas plantas un factor de emisión, el cual ha sido aplicado a la producción de ácido nítrico de cada planta en el periodo 1990-2007. Por lo que respecta a las plantas ya desaparecidas, para las que no se ha dispuesto de una información similar, se ha realizado la estimación de las emisiones de N_2O tomando el factor de emisión de 7 kg N_2O / t de ácido nítrico indicado inicialmente en la comunicación de FEIQUE facilitada al MITYC (abril 1998), y que en su momento fue corroborado por la principal empresa fabricante de este producto.

4.6.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Dado que la información sobre la producción de ácido nítrico procede de las propias plantas productoras, y asumiendo que la información recoge toda la producción (intermedia y final) de ácido nítrico, la incertidumbre de la variable de actividad puede considerarse que está en torno al 2% de acuerdo con el epígrafe 3.2.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

En cuanto al factor de emisión aplicado, se asume que la incertidumbre se sitúa en torno al 10% según información facilitada por la principal empresa del sector, y que es similar en magnitud a los que figuran en la Tabla 3.8 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Por lo que respecta a la pauta temporal, la serie se considera coherente al cubrir el conjunto de plantas del sector en el periodo inventariado y provenir la información directamente de las plantas. En el análisis de la coherencia temporal queda contrastado la disminución a lo largo del periodo inventariado del número de plantas, pasando de diez plantas en 1990 a cuatro en 2008, descenso que queda reflejado en la evolución de la producción.

4.6.4.- Control de calidad y verificación

Como control de calidad se ha realizado la contrastación de los datos facilitados por las plantas con respecto a los que figuran en las estadísticas sectoriales que recoge la publicación “La Industria Química en España” editada por el MITYC[19], con el fin de detectar posibles discrepancias en los datos facilitados.

En cuanto al factor de emisión que se aplica en el periodo histórico cuando no se dispone de información específica de planta, el valor utilizado (7 kg/t de ácido nítrico) ha sido contrastado como valor representativo dentro del rango de variación que, por años y plantas, han reseñado algunos centros productivos, valor que se sitúa dentro de los factores propuestos en la Guía 2006 de IPCC (Tabla 3.3 del epígrafe 3.3.2.2).

[19] Esta publicación está disponible hasta el año 2002.

4.6.5.- Realización de nuevos cálculos

Los nuevos cálculos en esta actividad han estado motivados por la revisión de las estimaciones de las emisiones de N_2O a partir de las medidas de contaminantes y las técnicas de control de las emisiones implantadas, según la información facilitada vía cuestionario por las plantas de fabricación de ácido nítrico actualmente en funcionamiento.

En la figura 4.6.1 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de N_2O en términos de CO_2-eq (gas que confiere a este conjunto de actividades su naturaleza de clave) entre los resultados de la edición actual con los resultados de la edición anterior, mientras que en la figura 4.6.2 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO_2-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en las emisiones de N_2O en esta actividad supone un descenso que oscila entre el 2,9% del año 1990 (84 Gg de CO_2-eq) y el 26,8% del año 2007 (365 Gg de CO_2-eq).

Figura 4.6.1.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

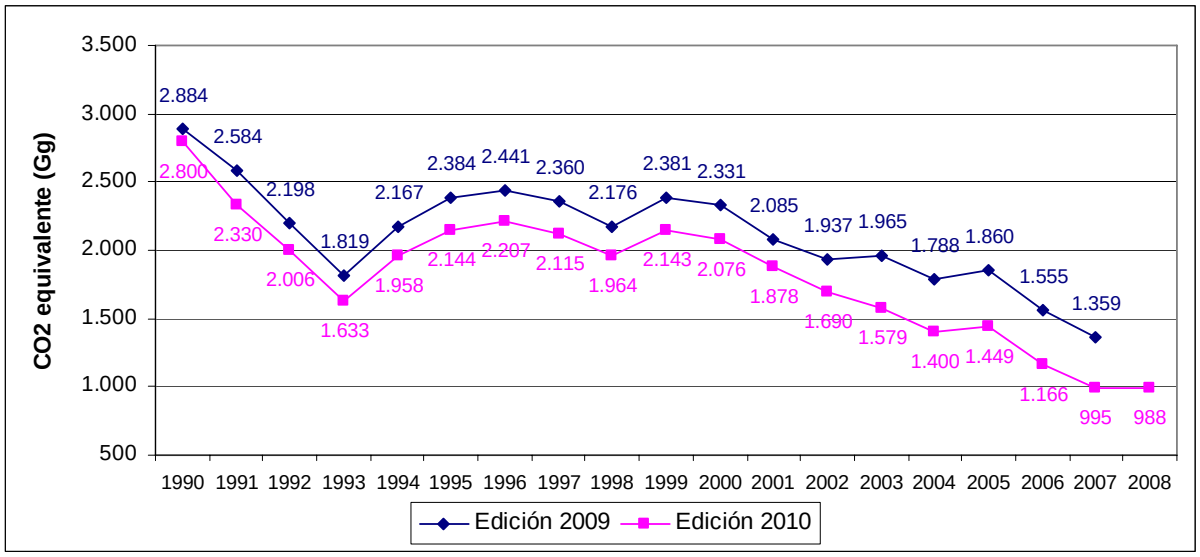
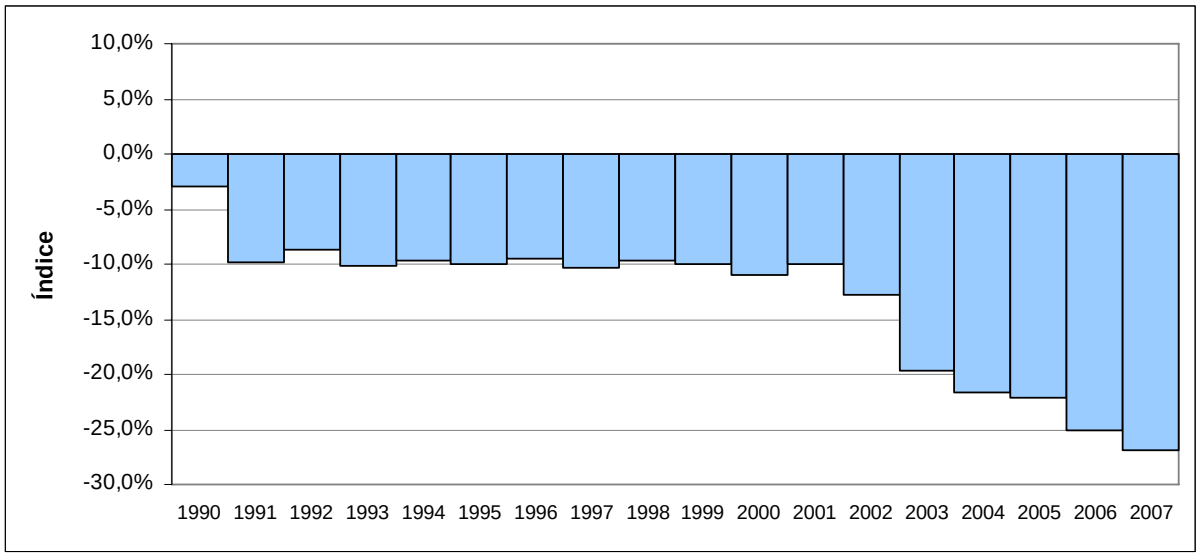


Figura 4.6.2.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



4.6.6.- Planes de mejora

No se prevén planes de mejora en esta actividad pues se considera que el acceso y tratamiento de la información específica de planta, con desglose por tipo de proceso y técnica de control de las emisiones, es el más adecuado para la estimación de las emisiones.

4.7.- Producción de aluminio (2C3)

4.7.1.- Descripción de la actividad

La producción de aluminio primario constituye una fuente clave en el inventario por las emisiones de PFC asociadas. La información sobre variables de actividad y parámetros del algoritmo de estimación de las emisiones ha sido recabada vía cuestionario individualizado a cada una de las tres plantas productoras. De las tecnologías de fabricación mencionadas en la sección 2.13.6 del Manual de Referencia 1996 IPCC, dos de las plantas utilizan el sistema de ánodos Söderberg con agujas verticales, mientras que la tercera utiliza el sistema de ánodos precocidos (tanto de picado central como de picado lateral).

En la tabla 4.7.1 se muestran las emisiones de CO_2 y PFC para esta actividad, si bien cabe mencionar que esta categoría individualmente considerada no constituye una fuente clave ni por nivel ni por tendencia en el inventario. En la tabla 4.7.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO_2-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990 para el CO_2 y 1995 para los PFC) de las emisiones de CO_2-eq y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales. Cabe mencionar que las emisiones de CO_2 de esta actividad constituyen una fuente clave cuando se consideran conjuntamente con las de otras actividades del sector de procesos

industriales (véase epígrafe 4.5), y que, si bien se muestran aquí por homogeneidad en la exposición, no existe una doble contabilización de estas emisiones en el inventario.

Tabla 4.7.1.- Emisiones de contaminantes

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2 (Gg)	610	610	615	649	662	682	676	690
CF_4 (t)	122,2	114,0	51,0	25,4	20,2	18,9	17,6	16,9
C_2F_6 (t)	9,6	9,9	4,2	1,9	1,3	1,3	1,0	1,0

Tabla 4.7.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	1.493	1.442	986	831	805	816	800	808
Índice CO_2-eq	100,0	96,6	66,0	55,7	53,9	54,6	53,5	54,1
% CO_2-eq sobre total inventario	0,52	0,46	0,26	0,20	0,18	0,19	0,18	0,20
% CO_2-eq sobre procesos industriales	5,72	5,33	2,88	2,58	2,39	2,37	2,33	2,58

4.7.2.- Metodología

Para el cálculo de las emisiones de PFC, se ha optado por utilizar el método de nivel 2 referido en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC en el epígrafe 3.3 (ecuación 3.10 y Box 3.3 "Tabereaux approach"), que se muestra a continuación:

$$\text{kg } CF_4 \text{ o } C_2F_6/\text{tonelada Al} = 1{,}698 \cdot (p/CE) \cdot AEF \cdot AED \qquad [4.7.1]$$

donde

p	=	Fracción media de generación de CF_4 o C_2F_6 (respectivamente) durante el efecto ánodo respecto al total de gases
CE	=	Eficiencia actual expresada como fracción en vez de como porcentaje
AEF	=	Número de efectos ánodo por cuba y día
AED	=	Duración en minutos del efecto ánodo

Para la aplicación de la fórmula anterior se han utilizado los valores por defecto de la variable "*pendiente*" (slope = 1,698 (p/CE)) de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC (epígrafe 3.3.1, tabla 3.9), y la información sobre las variables "*AEF*" y "*AED*" facilitada por las plantas productoras mediante un cuestionario específico diseñado al efecto, distinguiendo por planta y series el método de fabricación seguido (ánodos precocidos picado lateral o central y proceso Söderberg de agujas verticales). Dentro de cada serie se recibe información del número de efectos ánodos por cuba y día y de la duración en minutos del efecto ánodo. Los coeficientes por defecto de la variable *pendiente*, expresados en (kg_{PFC}/t aluminio) / (minutos de efecto ánodo/cuba-día) son los siguientes:

Tecnología	CF_4	C_2F_6
Ánodos precocidos. Picado central	0,14	0,018
Ánodos precocidos. Picado lateral	0,29	0,029
Söderberg. Agujas verticales	0,068	0,003
Söderberg. Agujas horizontales	0,18	0,018

Por lo que respecta a la estimación de las emisiones de CO_2, se ha utilizado la metodología propuesta por el Instituto Internacional del Aluminio (IAI) en el documento "Greenhouse Gas Emissions Monitoring and Reporting by the Aluminium Industry" (véase referencias bibliográficas), conforme a la metodología propuesta en "The Greenhouse Gas Protocol: a corporate accounting and reporting standard" (Octubre 2001), desarrollado por el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCDS) y el *World Resource Institute* (WRI). Esta metodología utiliza procedimientos de estimación basados en balance de materias en aquellas fuentes emisoras de CO_2 durante el proceso de fabricación de aluminio. En concreto, y por lo que a la situación en las fábricas de España se refiere, se han aplicado los procedimientos que se detallan a continuación.

a) Ánodos precocidos

a.1.- Emisión de CO_2 del ánodo en electrolisis

$$\text{Emisión } CO_2\ (t) = NCC \cdot MP \cdot (100 - S_a - Ash_a - Imp_a)/100 \cdot 44/12 \qquad [4.7.2]$$

donde

NCC = Consumo neto de ánodo (t ánodo / t aluminio)
MP = Producción de aluminio (toneladas)
S_a = Contenido de azufre en el ánodo cocido (%)
Ash_a = Contenido de cenizas en el ánodo cocido (%)
Imp_a = Flúor y otras impurezas en el ánodo cocido (%)

a.2.- Emisión de CO_2 del ánodo en horno (de materias volátiles)

$$\text{Emisión } CO_2\ (t) = (GAW - BAP - HW - RT) \cdot 44/12 \qquad [4.7.3]$$

con

$$HW\ (t) = H_2/100 \cdot PC/100 \cdot GAW$$

donde

GAW = Ánodos crudos (toneladas)
BAP = Producción de ánodos cocidos (toneladas)
HW = Peso del hidrógeno en la brea (toneladas)
H_2 = Contenido de hidrógeno en la brea (% en peso)

PC = Contenido medio de brea en los ánodos crudos (% en peso)

RT = Alquitrán recuperado (toneladas)

a.3.- Emisión de CO_2 del ánodo en horno (del coque de empaquetamiento)

$$\text{Emisión } CO_2 \text{ (t)} = PCC \cdot BAP \cdot (100 - Ash_{PC} - S_{PC})/100 \cdot 44/12 \quad [4.7.4]$$

donde

PCC = Consumo de coque de empaquetamiento por tonelada de ánodo cocido (t coque / t ánodos)

BAP = Producción de ánodos cocidos (toneladas)

S_{PC} = Contenido de azufre en el coque (% en peso)

Ash_{PC} = Contenido de cenizas en el coque (% en peso)

b) Pasta Söderberg

Metodología: IAI para pasta Söderberg

$$\text{Emisión } CO_2 \text{ (t)} = [\ (PC \cdot MP) - (BSM \cdot MP/1000) - [BC/100 \cdot PC \cdot MP \cdot (S_P + Ash_P + H_2)/100] - [(100 - BC)/100 \cdot PC \cdot MP \cdot (S_C + Ash_C)/100]\ ] \cdot 44/12 \quad [4.7.5]$$

donde

PC = Consumo de pasta neto (t pasta / t aluminio)

MP = Producción de aluminio (toneladas)

BSM = Emisiones de materia soluble en benceno (kg / t aluminio)

BC = Contenido de brea en la pasta (% en peso)

S_P = Contenido de azufre en la brea (%)

Ash_P = Contenido de cenizas en la brea (%)

H_2 = Contenido de hidrógeno en la brea (%)

S_C = Contenido de azufre en el coque calcinado (%)

Ash_C = Contenido de cenizas en el coque calcinado (%)

Los valores de los parámetros incluidos en las fórmulas anteriores han sido suministrados mediante cuestionario por las propias plantas productoras. Debe señalarse sin embargo que para el proceso de ánodos precocidos ha podido disponerse solamente de los valores de los parámetros correspondientes a partir del año 2003 (salvo alguna excepción), habiéndose asumido los valores del año 2003 para el periodo 1990-2002.

Por otro lado, en el año 2001 desaparecen en una de las plantas las series de ánodos precocidos de picado lateral, siendo sustituidas por una nueva serie de ánodos precocidos de picado central con un número de efectos ánodo por cuba y día (parámetro AEF de la

fórmula [4.7.1]) bastante inferior, lo que conlleva un descenso en las emisiones a partir de 2001 con respecto a los años anteriores.

No se presenta aquí la información sobre producción de aluminio ni sobre los parámetros de proceso por ser de carácter confidencial, al corresponder todas las plantas a una única empresa.

4.7.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Dado que se dispone de la información sobre la producción de aluminio primario, no sólo a nivel de planta sino también con desglose por tipo de tecnología utilizada, se considera que la incertidumbre global asignable a la estimación de las emisiones de PFC puede situarse en el entorno del 20%. Esta cifra se obtiene como resultado de la combinación de una incertidumbre de la variable de actividad de aproximadamente el 1% con una incertidumbre media del factor de emisión en torno al 20%, estimación esta última deducida al ponderar las incertidumbres que por tecnología y gas aparecen indicadas en la Tabla 3.9 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

En cuanto a las emisiones de CO_2, se estima que la incertidumbre de las emisiones puede situarse en torno al 5,8%, asumiendo una incertidumbre de un 3% para la variable de actividad y de un 5% para el factor de emisión.

Por lo que respecta a la pauta temporal, la serie se considera coherente al cubrir el conjunto de plantas del sector en el periodo inventariado y provenir la información directamente de las plantas, tanto en lo referente a la variable de actividad como en los valores de los parámetros utilizados en los algoritmos de estimación de las emisiones.

4.7.4.- Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría destaca el seguimiento que se realiza del margen de oscilación interanual del contenido de carbono emitido como CO_2 con respecto al carbono de entradas y salidas. Ante la presencia eventual de valores atípicos en un año se investigan, con las plantas del sector o con la propia asociación, las causas de su aparición y sus posibles justificaciones, efectuando en su caso las correcciones oportunas.

Se reseña aquí que el método de estimación aplicado es el de nivel 2. Previamente, hasta la edición del inventario que cubría el periodo 1990-2002, se había utilizado como método de estimación el de nivel 3b. Examinada con detalle esta cuestión con los expertos de la única empresa fabricante de aluminio primario en España, se consideró que la opción más plausible era la de utilizar para el parámetro *pendiente* (slope) los valores por defecto que sugiere la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, ya que la estimación que anteriormente se hacía de la *pendiente* a partir de valores específicos de cada planta y tecnología mostraban una erraticidad que implicaba una mayor imprecisión en la estimación de los factores de emisión de PFC. Así pues se optó por pasar de la calificación de la metodología del nivel 3b al nivel 2.

4.7.5.- Realización de nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos en esta actividad.

4.7.6.- Planes de mejora

No se prevén actuaciones específicas en la estimación de emisiones de esta categoría.

4.8.- Fabricación de HCFC-22 (2E1)

4.8.1.- Descripción de la actividad

En esta actividad se consideran las emisiones de HFC-23 como subproducto en la fabricación de HCFC-22. A lo largo del periodo inventariado han estado en operación, temporalmente o a lo largo de todo el intervalo, tres plantas de fabricación de HCFC-22. La información sobre la producción de este compuesto, que constituye la variable de actividad, ha sido facilitada por los propios centros productores.

En la tabla 4.8.1 se muestran las emisiones de HFC-23 para esta actividad, siendo este gas el que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 4.8.2 se muestran dichas emisiones en términos de CO_2-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO_2-eq y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales.

Tabla 4.8.1.- Emisiones de HFC-23 *(Cifras en toneladas)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
205,4	396,4	540,4	38,8	28,5	44,1	36,1	28,2

Tabla 4.8.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	2.403	4.638	6.323	454	334	517	423	330
Índice CO_2-eq	100,0	193,0	263,1	18,9	13,9	21,5	17,6	13,7
% CO_2-eq sobre total inventario	0,84	1,47	1,66	0,11	0,08	0,12	0,10	0,08
% CO_2-eq sobre procesos industriales	9,20	17,15	18,47	1,41	0,99	1,50	1,23	1,05

4.8.2.- Metodología

La información sobre emisiones de HFC-23 está basada en las estimaciones realizadas por los propios centros, complementada para los años 1990-1998 con un factor de emisión por defecto cuando no se ha dispuesto de la estimación propia facilitada por las plantas. Por tanto, la metodología de estimación aplicada es en este caso una combinación de los métodos de nivel 1 y nivel 2 en la denominación de IPCC.

No se presenta aquí la información sobre variables de actividad y parámetros de proceso por ser de carácter confidencial, al corresponder actualmente la propiedad de las plantas únicamente a dos empresas.

Cabe asimismo mencionar que en una de las plantas existe un descenso de la emisión a partir del año 2001 debido a la construcción y puesta en servicio de una instalación para disminuir la emisión de HFC-23 mediante su compresión, condensación, licuación y almacenamiento. El HFC-23 licuado se carga en cisternas y se envía a un gestor exterior para su tratamiento.

4.8.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

De acuerdo con la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, la incertidumbre de la estimación de las emisiones de HFC-23 para el método de nivel 1 se sitúa en torno al 50%, mientras que para el método de nivel 2 la incertidumbre se encuadra entre el 1 y el 2% con un nivel de confianza del 95%. En conjunto, y teniendo en cuenta información adicional de expertos del sector, la incertidumbre de las emisiones estimadas puede cifrarse entre el 25 y el 30%.

En cuanto a la pauta temporal, la variable de actividad se considera coherente dado que la información de la misma procede siempre de las propias plantas productoras. Para los factores de emisión debe tenerse en cuenta el hecho ya reseñado más arriba de que para los años iniciales de la serie la estimación se ha realizado mediante la aplicación de factores de emisión por defecto, mientras que para los años finales toda la información está basada en medidas realizadas facilitadas por las plantas, teniendo en cuenta la penetración de tecnologías de control de las emisiones.

4.8.4.- Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría destaca el contraste que se realiza de la estimación de las emisiones facilitadas por las plantas en conjunción con la captación del HFC-23 para su posterior tratamiento con relación a la producción de HCFC-22 con las emisiones que se obtendrían utilizando factores de emisión por defecto, con el fin de detectar posibles anomalías en la información facilitada de emisiones.

4.8.5.- Realización de nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos en esta actividad.

4.8.6.- Planes de mejora

Se planea estudiar con las dos empresas fabricantes una valoración a lo largo del tiempo de la evolución de la incertidumbre.

4.9.- Consumo de halocarburos y SF_6 (2F)

4.9.1.- Descripción de la actividad

En este grupo se incluyen las actividades de la categoría 2F del CRF generadoras de emisiones de HFC o PFC, y que son las correspondientes a la refrigeración y aire acondicionado (2F1), el espumado de plásticos (2F2), la extinción de incendios (2F3) y los aerosoles (2F4). No se incluye aquí las emisiones de SF_6 en equipamiento eléctrico.

En la tabla 4.9.1 se muestran las emisiones de cada tipo de gas para cada una de estas actividades. Cabe mencionar que con anterioridad al año 1995 el uso de estos gases era marginal y por tanto sus emisiones asociadas muy reducidas. En la tabla 4.9.2 se muestran dichas emisiones en términos de CO_2-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1995) de las emisiones de CO_2-eq y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales.

Tabla 4.9.1.- Emisiones de HFC y PFC *(Cifras en toneladas)*

Categoría	Gas	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
2F1	HFC-125			41,6	91,2	103,8	116,3	129,0	141,6
	HFC-134a			537,8	1.221,1	1.400,6	1.577,8	1.741,9	1.868,9
	HFC-143a			48,3	106,0	120,5	135,1	149,8	164,4
	C_3F_8			5,6	12,3	13,9	15,6	17,3	19,0
2F2	HFC-134a				65,7	77,9	76,7	72,0	58,0
	HFC-152a				186,7	170,2	113,4	89,2	75,8
2F3	HFC-23			0,2	9,3	10,9	14,8	16,7	28,6
	HFC-125		0,8	12,3	39,6	49,9	58,6	73,2	83,7
	HFC-227ea		0,3	33,2	100,4	108,2	112,3	121,7	134,4
	HFC-236fa			0,4	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3
	C_4F_{10}		0,1	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
2F4	HFC-134a		1,6	230,1	138,7	121,9	98,7	94,8	105,9

Tabla 4.9.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	-	8	1.767	3.951	4.406	4.785	5.245	5.722
Índice CO_2-eq	-	100,0	22.352,7	49.974,9	55.731,7	60.523,5	66.348,3	72.378,4
% CO_2-eq sobre total inventario	-	0,003	0,46	0,94	1,01	1,12	1,20	1,41
% CO_2-eq sobre procesos industriales	-	0,03	5,16	12,24	13,07	13,90	15,26	18,26

4.9.2.- Metodología

A continuación se presenta, para cada una de las actividades contempladas en este apartado, las especificaciones metodológicas utilizadas en la estimación de las emisiones.

a) Refrigeración y aire acondicionado

Para estos sectores se ha contado con información suministrada para algunos años por las asociaciones empresariales del frío y climatización y, por lo que respecta a su uso en la industria de automoción, con información obtenida vía cuestionario a las plantas de fabricación de automóviles. En el primer caso, es decir, para los equipos estacionarios de refrigeración y climatización, el equipo de trabajo del inventario ha extendido las tasas de variación interanual para completar los últimos años de la serie al no haberse podido disponer de otra información en esta edición del inventario. Los factores de emisión son, por lo que respecta a la producción nacional de automóviles, datos derivados de la información de cuestionarios a las plantas fabricantes, y para los demás sub-sectores se han tomado de las guías de IPCC.

La metodología de estimación de las emisiones se ha basado en la expuesta en la Sección 2.17.4.2 del Manual de Referencia 1996 IPCC y en las secciones 3.7.4 y 3.7.5 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Según estas referencias las emisiones se pueden originar en las fases de montaje, funcionamiento y retirada de los equipos. A cada una de estas fases corresponde un algoritmo de cálculo de las emisiones. La emisión total será la suma de las emisiones generadas en cada una de las tres fases.

b) Espumado de plásticos

El uso de HFC en el espumado de plásticos ha comenzado a materializarse en el año 2003 como sustituto de otros gases fluorados que agotan la capa de ozono. La información sobre los consumos de HFC ha sido facilitada por la Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado (ATEPA) en el caso de las espumas rígidas de poliuretano, y por la Asociación Ibérica de Poliestireno Extruido (AIPEX). A partir de esta información se ha calculado el stock existente en cada año de cada tipo de gas en cada uno de estos sub-sectores.

Para estimar las emisiones de esta sub-categoría se ha aplicado el método de nivel 2 de IPCC con factores de emisión por defecto que figuran en la Tabla 7.6 de la Guía 2006 IPCC. En el caso del poliuretano (aplicado en celdas cerradas) se ha tomado de dicha tabla un factor de emisión de HFC-134a para el primer año del 12,5% y para la pérdida anual sobre el stock de gas remanente del 2,5%, siguiendo indicaciones de expertos del sector. Para el poliestireno extruído se ha tomado, en el caso del HFC-134a, un factor de emisión del 25% para el primer año y del 0,75% para la pérdida anual sobre el stock de gas remanente, mientras que para el HFC-152a el factor para el primer año es del 50% y del 25% para el stock de gas remanente.

c) Equipos de extinción de incendios

Para la extinción de incendios, la información sobre cantidades consumidas de gases fluorados en el mantenimiento y nueva instalación de equipos de extinción se ha obtenido por cuestionario remitido a las principales empresas del sector, con distinción entre equipos fijos y equipos portátiles. Sobre dichos datos de variables de actividad el equipo de trabajo del inventario ha realizado una extrapolación al total del sector a partir de la estimación de la cobertura de las empresas informantes.

A partir de la información anterior (cantidades declaradas o estimadas de HFC y PFC incorporadas) se ha calculado el stock existente en cada año de cada tipo de gas

almacenado en el conjunto de equipos utilizados en esta actividad. El stock existente en cada año es el indicador que se toma como variable de actividad socioeconómica, y que se muestra en la tabla 4.9.3.

Tabla 4.9.3.- Stock de HFC y PFC almacenado en equipos de protección de incendios
(Cifras en toneladas)

GAS	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
HFC-23	-	5,200	664,242	2.007,283	2.164,673	2.246,614	2.433,964	2.688,748
HFC-125	-	-	3,857	185,967	217,897	295,019	333,503	572,410
HFC-227ea	-	16,605	246,416	791,959	997,038	1.171,147	1.463,819	1.,673,205
HFC-236fa	-	-	7,850	28,653	33,221	37,560	41,682	45,598
C_4F_{10}	-	1,000	6,604	9,830	10,539	11,212	11,852	12,459

Para la estimación de las emisiones se ha asumido, de acuerdo con la Sección 2.17.4.4 del Manual de Referencia 1996 IPCC y la Sección 3.7.6 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, un factor de emisión anual del 5% sobre la cantidad de cada gas almacenada en cada año en los equipos de protección de incendios.

d) Aerosoles

Por lo que respecta al uso de HFC y PFC como propelentes de aerosoles, la información sobre la variable de actividad (gases incorporados en los dispositivos de aerosol) ha sido facilitada por la Asociación Española de Aerosoles (AEDA). Dicha información consta de:

- Cantidades envasadas según tipo de envase (producción nacional + importaciones):
  * Con inhalador y dosificador
  * Otros (Uso de aseo personal, aplicaciones domésticas e industriales y productos de uso general)
- Cantidades exportadas

A partir de dichos bloques de información se construye la serie “Consumo aparente”, como suma algebraica de producción nacional + importaciones - exportaciones. Esta serie de consumo aparente, que se presenta en la tabla 4.9.4, es la que se toma como variable de actividad para la estimación de las emisiones. De la observación de dicha tabla se evidencia que el único tipo de gas utilizado en los aerosoles vendidos en España es el HFC-134a.

Es interesante observar que, según la propia fuente de AEDA, el aumento producido en el consumo de HFC-134a a partir del año 1998 con respecto a los años anteriores se debe a la aplicación de la Directiva 94/48, que entró en vigor en 1997 y que prohibió que los productos decorativos y festivos utilizaran propelentes inflamables, obligando a reemplazar dichos productos por el HFC-134a.

Tabla 4.9.4.- Consumo de HFC como propelentes de aerosoles *(Cifras en toneladas)*

HFC	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
HFC-134a	-	3,240	235,440	142,871	100,886	96,477	93,215	118,487

Los gases de los aerosoles se liberan en un corto espacio de tiempo después de la producción: un promedio de 6 meses después de la venta. La emisión es el 100% del gas inyectado en el aerosol. De conformidad con lo anterior y con la Sección 2.17.4.5 del Manual de Referencia 1996 IPCC y la Sección 3.7.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, se asume que un 50% de la emisión se produce en el año de venta del producto y el 50% restante en el año siguiente, para así tener en cuenta el promedio de 6 meses de retraso desde la venta hasta la utilización. La estimación de la emisión puede realizarse multiplicando el número de aerosoles vendidos en el año por la carga unitaria media del gas específico (HFC o PFC) contenido en el envase típico. No se considera que existan tecnologías de reducción de estas emisiones.

No existe para este sector una clasificación de niveles de métodos de estimación en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, y la aquí aplicada es la propuesta como metodología por defecto en el Manual de Referencia 1996 IPCC.

4.9.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

En cuanto a la variable de actividad, debe diferenciarse entre la notoriamente mayor incertidumbre del sub-sector de frío y climatización con relación a los restantes sub-sectores de actividad mencionados anteriormente, lo que lleva en conjunto a una estimación de la incertidumbre en torno al 50%, tomando como base la información del apartado 3.7.3.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, y que aunque viene específicamente referida a la actividad de espumado de plásticos se considera un valor conservador para el conjunto de actividades de esta categoría. La incertidumbre de los factores de emisión es variable entre las distintas actividades. Así, en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, para los equipos de extinción de incendios se reporta una incertidumbre del 10% (apartado 3.7.6.1) y para los equipos móviles de aire acondicionado se hace una referencia del 20% en el párrafo que sigue a la tabla 3.23 del apartado 3.7.5.1. Ante esta diversidad de valores se ha optado conservadoramente por tomar una incertidumbre del 30% para el factor de emisión combinado del conjunto de sub-sectores considerados.

En cuanto a la pauta temporal, deben señalarse las limitaciones existentes en los últimos años en los datos de consumos de HFC y PFC, especialmente en el sector del frío y climatización para el que la variable de actividad ha tenido que ser estimada mediante procedimientos de extrapolación.

4.9.4.- Control de calidad y verificación

En los sub-sectores en los que la información de base no es exhaustiva se ha controlado que mediante la extrapolación correspondiente de muestra a población, es decir, de la cobertura de producción de las empresas que facilitan datos con respecto a la cobertura que dichas empresas representan en relación con el total de su sub-sector, se derive finalmente una estimación de las emisiones que se considere representativa de la

cobertura total del sector (este ha sido el caso especialmente de los equipos de protección de incendios y de la fase de carga de gases fluorados en los equipos de aire acondicionado en las fábricas de automóviles).

4.9.5.- Realización de nuevos cálculos

El principal cambio realizado en este conjunto de actividades ha sido la modificación del factor de pérdida en carga de HFC en vehículos nuevos a 0,5% en concordancia con la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC (en lugar del valor utilizado hasta ahora de 4,5% como valor promedio del rango 4%-5% que figuraba en las Guías 1996 de IPCC, apartado 2.17.4.2).

Por otro lado, para los equipos de extinción de incendios se ha modificado la variable de actividad (stock de gases fluorados) para los años 2006 y 2007 como consecuencia de la modificación de la información de base (cantidades consumidas de gases fluorados) facilitada por las principales empresas del sector.

En la figura 4.9.1 se muestra la evolución comparada de valores absolutos de las emisiones de CO_2-eq entre los resultados de la edición actual con los resultados de la edición anterior, mientras que en la figura 4.9.2 se presenta la diferencia porcentual de dichas emisiones entre ambas ediciones del inventario. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO_2-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados supone un descenso que oscila entre el 23,1% del año 1996 (28 Gg de CO_2-eq) y el 0,2% del año 2007 (10 Gg de CO_2-eq).

Figura 4.9.1.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

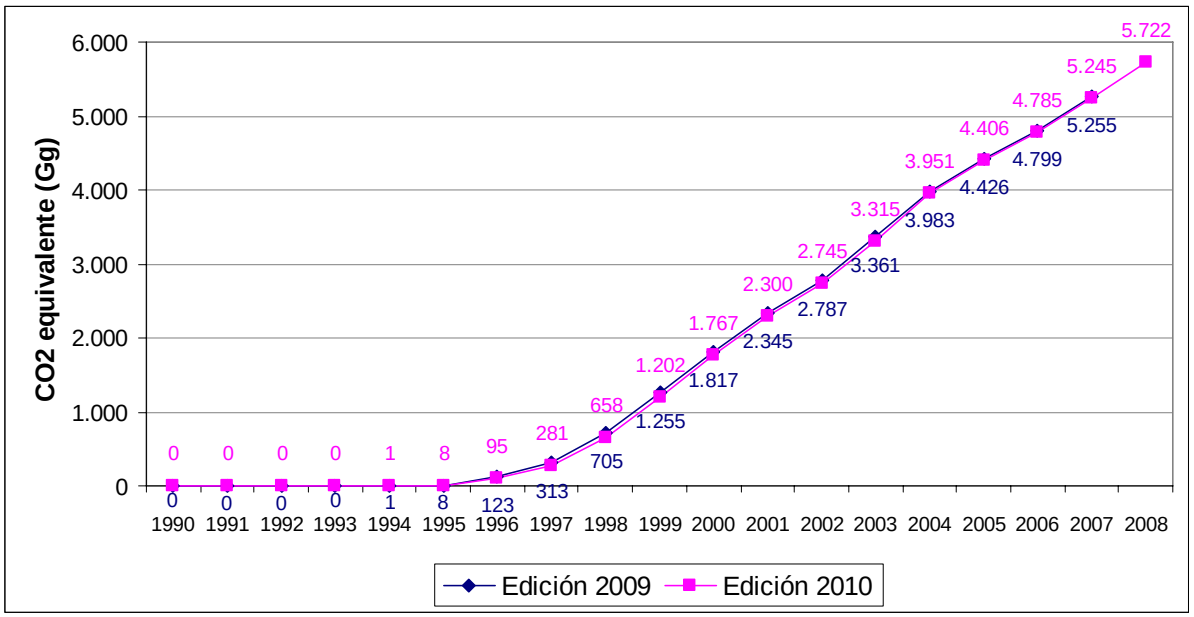
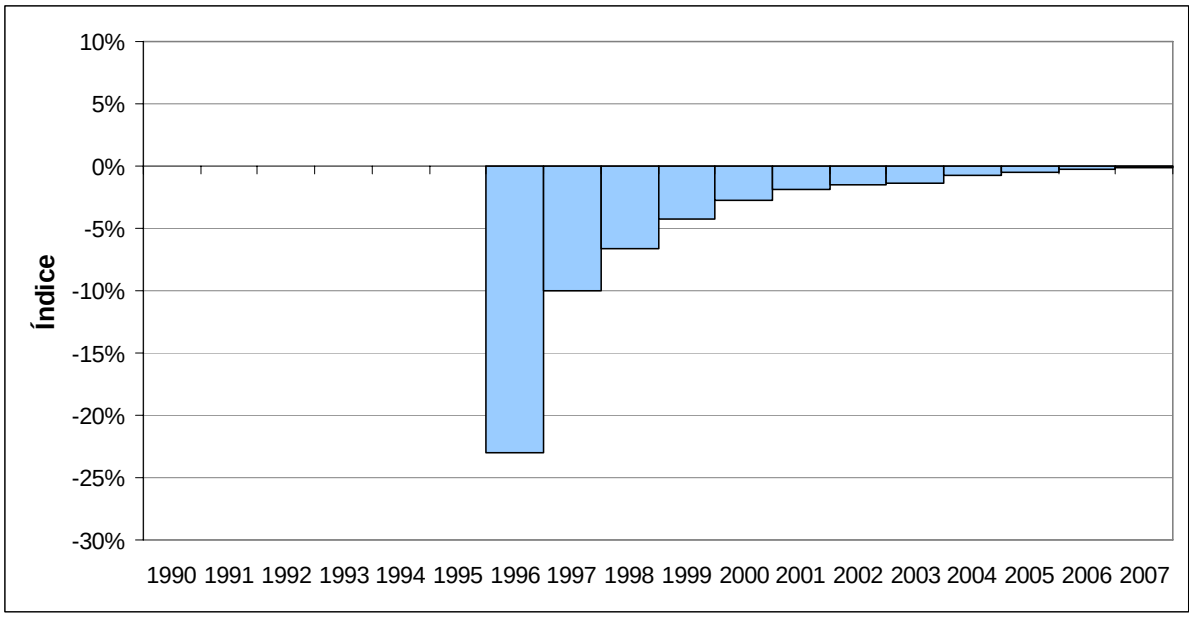


Figura 4.9.2.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



4.9.6.- Planes de mejora

Entre los objetivos de mejora se consideran prioritarios los de revisión de las variables de actividad y de los parámetros que intervienen en el algoritmo de estimación de las emisiones en el sub-sector de frío y climatización, tanto de equipos estacionarios como de equipos móviles.

4.10.- SF_6 en equipos eléctricos (2F8)

4.10.1.- Descripción de la actividad

El SF_6 se utiliza como aislante en equipos eléctricos, pues presenta ventajas de eficiencia como aislante que lo hace prácticamente irreemplazable en equipos que trabajan con muy altas tensiones (por encima de los 52 kV), aunque también se usa en equipos para tensiones inferiores, en este caso, en competencia con otros procedimientos aislantes como: aceite, vacío, o corte al aire. La carga media de SF_6 en los equipos eléctricos depende del tamaño y funcionalidad del equipo que debe aislar, pudiendo variar entre los cientos y miles de kilogramos para los equipos que trabajan con tensiones de 52 o más kV, mientras que para los equipos de baja tensión la carga puede oscilar entre 1 y 2 kilogramos. La cantidad de SF_6 acumulado en equipos eléctricos puede calcularse como sumatorio, referido a los distintos tipos de equipos, del número de equipos en cada categoría por la carga típica del equipo representativo de la categoría. En el caso español esta es la única fuente que ha sido identificada como emisora de SF_6.

La contribución de esta categoría al total de emisiones de CO_2-eq del inventario es poco significativa (véase la tabla 4.10.2), no constituyendo una fuente clave por su nivel de emisiones ni por su tendencia en el inventario.

En la tabla 4.10.1 se muestran las emisiones de SF_6 para esta actividad, siendo este gas el que confiere a esta fuente su naturaleza de clave. En la tabla 4.10.2 se muestran dichas emisiones en términos de CO_2-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1995) de las emisiones de CO_2-eq y las contribuciones de las emisiones de CO_2-eq de esta categoría sobre el total del inventario y del sector Procesos Industriales.

Tabla 4.10.1.- Emisiones de SF_6 *(Cifras en toneladas)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
2,80	4,53	8,56	10,63	11,37	13,54	14,22	14,81

Tabla 4.10.2.- Emisiones de CO_2-eq: valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2-eq (Gg)	67	108	205	254	272	324	340	354
Índice CO_2-eq	61,8	100,0	188,8	234,4	250,7	298,7	313,8	326,8
% CO_2-eq sobre total inventario	0,02	0,03	0,05	0,06	0,06	0,08	0,08	0,09
% CO_2-eq sobre procesos industriales	0,26	0,40	0,60	0,79	0,81	0,94	0,99	1,13

4.10.2.- Metodología

De una forma general, las emisiones se pueden generar en cada uno de los siguientes puntos del ciclo de vida de los equipos eléctricos que incorporan SF_6 como aislante:

1) En la fase de fabricación del equipo (lo que incluye las operaciones de prueba y la carga de los equipos).

2) Durante la instalación en el lugar de funcionamiento del equipo.

3) Durante la fase de funcionamiento del equipo.

4) En la retirada de funcionamiento del equipo.

Estos cuatro puntos o fases del ciclo de vida que dan origen a las emisiones se corresponden con los respectivos cuatro términos que figuran en el segundo miembro de la ecuación [4.10.1] siguiente, y que es la trascripción de la Ecuación 3.16 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC correspondiente al método de nivel 2a, que es el que se ha adoptado para la estimación de las emisiones de esta actividad:

$$ET = EF + EI + EO + ER \qquad [4.10.1]$$

donde:

ET = Emisiones totales

EF = Emisiones en fabricación

EI = Emisiones en instalación

EO = Emisiones en operación de los equipos

ER = Emisiones en la retirada de los equipos

Para la aplicación concreta del método de estimación, se han cuantificado los términos anteriores de la siguiente manera:

a) Para los dos primeros términos se han tomado las propias estimaciones facilitadas por la Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo (SERCOBE), las cuales figuran en la tabla 4.10.3 siguiente:

Tabla 4.10.3.- Estimación de pérdidas de SF_6 en fabricación e instalación *(Cifras en toneladas)*

	1990	**1995**	**2000**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Pérdidas en fabricación	-	1,006	4,051	3,333	3,160	3,363	3,010	2,941
Pérdidas en instalación	-	0,055	0,095	0,270	0,090	0,080	0,120	0,052

b) Para el tercer término, se aplica un factor de pérdida sobre el stock acumulado de SF_6 en el parque de equipos eléctricos. El stock acumulado ha sido facilitado asimismo por SERCOBE con distinción entre equipos de media y de alta tensión (véase tabla 4.10.4). Para los equipos de media tensión, que vienen sellados, las emisiones en la fase de operación son mínimas o inexistentes, mientras que para los equipos de alta tensión, que vienen cerrados, las emisiones son comparativamente más elevadas. En consonancia con lo anterior, el factor de emisión seleccionado para los equipos de alta tensión ha sido del 2% anual, que es el factor que figura en la Ecuación 3.17 (correspondiente al enfoque de nivel 2b) de la Sección 3.5 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, mientras que para los equipos de media tensión se ha tomado, tras las consultas efectuadas a los expertos del sector, un factor de emisión del 0,2% anual.

c) Para el cuarto término, se desconoce la cantidad emitida en la operación propiamente dicha de retirada de los equipos. No obstante, sí se conoce las cantidades retiradas, que van generando a su vez un stock de SF_6 en equipos dados de baja (pendiente del proceso de eliminación definitiva y posible recuperación parcial del gas). Es por ello por lo que la contribución de este término se ha computado aplicando al stock calculado de SF_6 en equipos retirados o dados de baja (véase tabla 4.10.4) el mismo coeficiente de pérdida anual que para los equipos en operación (2%).

Tabla 4.10.4.- Estimación del SF_6 almacenado en equipos eléctricos *(Cifras en toneladas)*

	1990	**1995**	**2000**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Equipos en funcionamiento								
Alta tensión	139,900	169,600	195,100	297,504	342,104	436,110	475,350	501,381
Media tensión	1,000	40,000	203,400	469,120	568,530	619,554	725,654	828,765
Equipos dados de baja	-	-		6,816	6,816	6,816	6,816	6,816

4.10.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

A nivel agregado, y con referencia al factor de emisión, se estima que la incertidumbre podría situarse en torno al 30% (valor más alto de los propuestos para Europa en pérdidas en fabricación e instalación en la Tabla 3.13 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC). En cuanto al stock existente de SF_6, la incertidumbre podría estimarse en torno al 20%, y una incertidumbre similar podría estimarse para el factor de emisión de fugas en operación.

En cuanto a la coherencia temporal, interesa diferenciar entre los componentes que contribuyen a las emisiones. Así, por un lado, las pérdidas en fabricación e instalación facilitadas por SERCOBE provienen de datos directos y se consideran temporalmente homogéneas (si bien para el año 2006 hubo que hacer una estimación sobre las pérdidas en fabricación e instalación de una empresa que ha dejado de facilitar información a SERCOBE). Por lo que respecta a la estimación de las existencias de SF_6 en equipos en operación, debe mencionarse que la serie con información directa de 1995 a 2008 ha tenido que ser extendida por extrapolación para cubrir los años iniciales de la serie (1990-1994), si bien el procedimiento se considera que produce una serie homogénea.

4.10.4.- Control de calidad y verificación

La cobertura se considera exhaustiva en lo referente a la estimación de las pérdidas de SF_6 en fabricación e instalación, así como de las emisiones de los equipos en funcionamiento. Sin embargo, en cuanto a la retirada de equipos, al no disponerse de información precisa, se ha mantenido una estimación de las emisiones como si los equipos retirados hubieran sido almacenados y siguieran emitiendo con las mismas tasas que los equipos en funcionamiento.

4.10.5.- Realización de nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos en esta actividad.

4.10.6.- Planes de mejora

Como actuaciones de mejora el objetivo sería abordar las posibles emisiones que se generen en la fase de mantenimiento de los equipos y, por otra parte, recabar información específica sobre los sistemas de gestión en la retirada de equipos, incluyendo información sobre eficiencia en la recogida de SF_6 y sus eventuales tratamientos posteriores. En este sentido se podría contactar con SERCOBE, las empresas de producción, transporte y distribución de electricidad, y con los principales sectores industriales de consumo de electricidad en alta tensión.

4.11.- Otras fuentes

Siguiendo la nomenclatura de fuentes CRF se considerarían adicionalmente otras actividades que, no siendo fuentes clave en el inventario, sí se encuadran bajo el epígrafe de procesos industriales. Seguidamente se mencionan alguna de las principales actividades

de este grupo “Otras fuentes”, y que no han sido tratadas específicamente en los apartados anteriores.

- La categoría 2A2 recoge las emisiones producidas en los procesos de descarbonatación durante la fabricación de cal y dolomía calcinada. La información ha sido facilitada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Cales y Derivados de España (ANCADE)[20]. Adicionalmente también se ha dispuesto de información directa sobre producción de cal en plantas siderúrgicas integrales en el periodo 1990-1992.

  Cabe mencionar que en esta edición del inventario se han incorporado a esta actividad las emisiones procedentes de la producción de dolomía sinterizada (a partir del año 2006). La dolomía sinterizada se obtiene a partir de la dolomía calcinada, tras un proceso de sinterización en el que la descarbonatación es mínima (pérdida de calcinación de la materia prima, dolomía calcinada) y solamente se producen emisiones de CO_2 debido a la combustión. La dolomía calcinada a muerte o sinterizada (*dead-burned dolomite* o *sinter dolomite*) se produce por calcinación a temperatura de 1.600 ºC a 1.700 ºC durante el tiempo suficiente para que se formen cristales grandes de óxido de magnesio (periclasa) y de óxido de calcio. Tiene unas especificaciones bastante estrictas, sobre todo respecto a densidad de los granos, tamaño de cristal, composición química y porosidad. La mayoría de la producción se destina a la fabricación de diversos tipos de refractarios básicos: a granel, en soleras de hornos eléctricos; en forma de ladrillos refractarios (alquitranados, aglomerados, cerámicos...), para acerías, cementeras, metalurgia del cobre y otros metales y otras industrias.

  Los factores de emisión de CO_2 propuestos en el Manual de Referencia 1996 IPCC (tabla 2.2) son de 790 y 910 kg CO2/t de materia calcinada, según sea ésta calcita o dolomita. Sin embargo, para realizar la estimación de las emisiones se ha utilizado la metodología aplicada por la propia asociación del sector de fabricación de cal (ANCADE), a partir de las cantidades de producto final (cal viva o dolomía calcinada) y el grado de pureza final de las mismas, dado que al factor de emisión de CO_2 estequiométrico por tonelada de cal viva o dolomía producida hay que añadir la corrección por el grado de pureza del producto final, es decir, el factor estequiométrico se aplica sobre las toneladas de producto una vez descartadas las impurezas.

  Emisión CO_2 = Producción (t) · % Pureza · Factor de emisión de CO_2 estequiométrico

  El grado de pureza es característico de cada instalación y año de operación, mientras que el ratio estequiométrico es un valor fijo para todas las instalaciones y años (785 kg CO_2/t producto para la cal viva y 913 kg CO_2/t producto para la dolomía calcinada). Cuando no se ha podido disponer del grado de pureza de una instalación, se han aplicado los mismos grados de pureza del año más próximo para el que se dispone de esta información en la instalación en cuestión o, en su defecto, los valores estándar recomendados en “The Greenhouse Gas Protocol: a corporate accounting and reporting standard” (Octubre 2001), desarrollado por el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCDS) y el *World Resource Institute* (WRI) (93% para la cal viva y 95% para la dolomía calcinada).

[20] Para las empresas no asociadas a ANCADE, las producciones son aproximadas según estimaciones realizadas por esta asociación.

En cuanto a la dolomía sinterizada, las emisiones de CO_2 provienen, como ya se ha indicado, de la pérdida de calcinación de la materia prima (dolomía calcinada). Para estimar dichas emisiones se ha utilizado la información facilitada por cada una de las plantas fabricantes de este producto referente al porcentaje de CO_2 residual de la materia prima, es decir:

$$\text{Emisión } CO_2 = \text{Materia prima (t)} \cdot \%\ CO_2 \text{ en la materia prima}$$

Según la información facilitada por las propias plantas, los $\%CO_2$ de la materia prima (dolomía calcinada) varían entre el 3% y el 6%, por lo que las emisiones por la fabricación de este producto son de escasa importancia en esta actividad.

Para la fabricación de cal en otras industrias, y dado que el proceso de fabricación difiere del utilizado en las industrias de la construcción, se ha optado por utilizar el factor de emisión (790 kg CO_2/t de cal) propuesto en el Manual de Referencia 1996 IPCC más arriba indicado.

Aunque presumiblemente la cobertura de las cifras de producción es total para el conjunto nacional (producción intermedia + final) se planea hacer una investigación adicional por si pudiera quedar sin computar algún centro de actividad con producción intermedia no contabilizada hasta el momento.

- La producción de halocarburos y SF_6, con la exclusión de la fabricación de HCFC-22 (categorías 2E2 y 2E3).

  En esta categoría se incluyen las emisiones fugitivas en la fabricación de HFC-134a, HFC-227ea y HFC-32, que son las únicas especies de HFC que se producen en España. La estimación de las emisiones se realiza para las producciones de HFC-143a y HFC-227ea aplicando el factor de emisión por defecto (0,5%) propuesto en la Sección 2.16.2 del Manual de Referencia 1996 IPCC sobre la producción del compuesto HFC considerado, dado que únicamente se ha dispuesto de estimaciones cuantitativas facilitadas por una de las plantas a partir del año 2003. En el caso de la producción de HFC-32 se ha dispuesto de estimaciones de emisiones de los gases asociados (HFC-23 y HFC-32) facilitadas por la única planta productora de HFC-32 a partir del año 2002 en que comenzó la producción, habiéndose incorporado dichas estimaciones en el inventario. La metodología de estimación aplicada es, por tanto, Tier 1 para las producciones de HFC-143a y HFC-227-ea y Tier 2 para la producción de HFC-32.

5.- USO DE DISOLVENTES Y USO DE OTROS PRODUCTOS

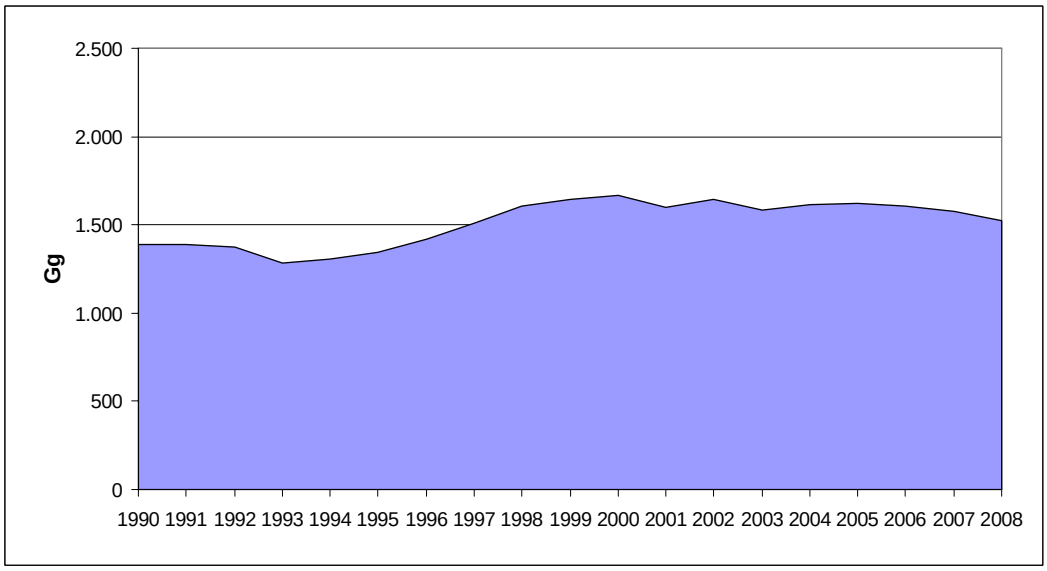
5.1.- Panorámica del sector

Las emisiones por el uso de disolventes y otros productos constituyen una fuente menor en las emisiones de gases de efecto invernadero del inventario, en gran medida por la contribución a CO_2 final procedente de las emisiones inmediatas de COVNM. En concreto en el año 2008 representan, en términos de CO_2 equivalente (CO_2-eq), un 0,38% de las emisiones totales del inventario, lo que supone una reducción en la contribución con respecto al año 1990 en el que representaban un 0,49% del total. Por otro lado, las emisiones de CO_2-eq en este sector han registrado un incremento del 10,0% en el año 2008 con respecto al año 1990, pasando de 1.388 Gigagramos (Gg) de CO_2-eq en 1990 a 1.527 Gg en el año 2008. En la tabla 5.1.1 se presentan en términos de CO_2-eq las emisiones por el uso de disolventes y otros productos, representándose en la figura 5.1.1 la evolución de dichas emisiones a lo largo del periodo 1990-2008.

Tabla 5.1.1.- Emisiones de CO_2 equivalente *(Cifras en Gg)*

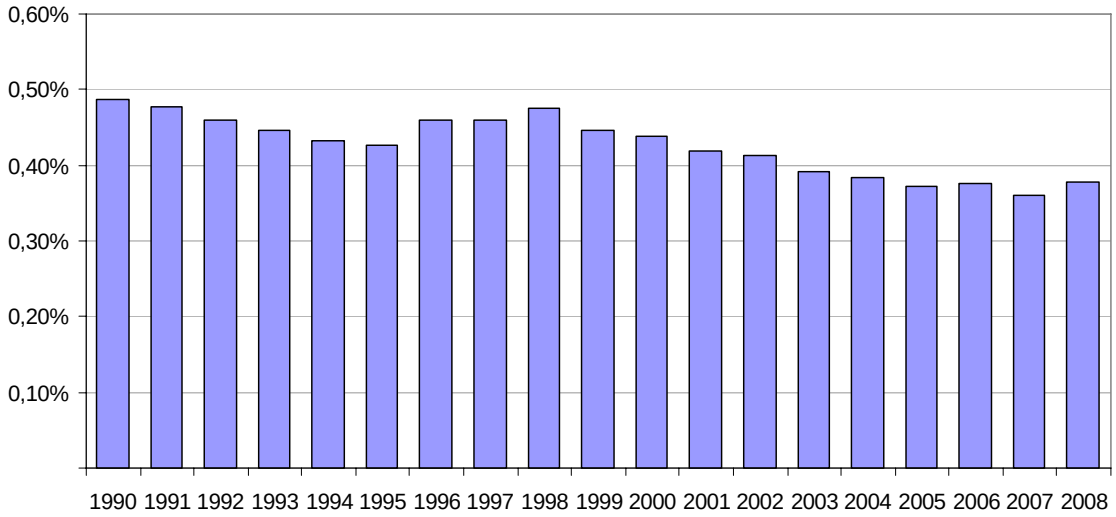
	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
3 Uso de disolventes y otros productos	1.388	1.344	1.667	1.613	1.620	1.604	1.580	1.527

Figura 5.1.1.- Evolución de las emisiones de CO_2 equivalente



Como puede observarse en la figura 5.1.2 la importancia relativa de esta categoría en el inventario es muy reducida (inferior al 0,5% a lo largo del periodo inventariado), no constituyendo una fuente clave en el inventario.

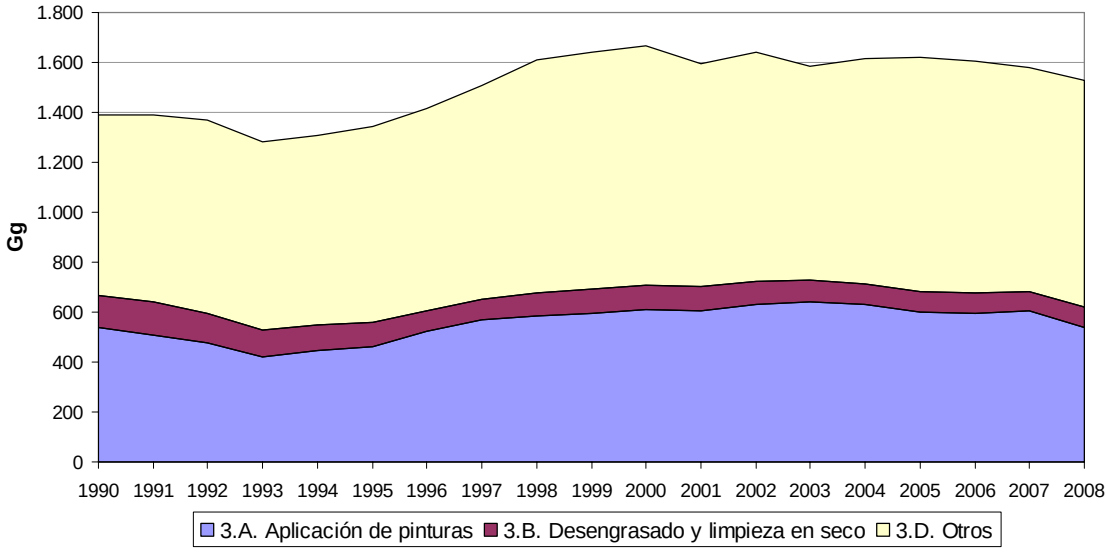
Figura 5.1.2.- Porcentaje de las emisiones de CO_2-eq por categoría respecto al total del inventario



Explicación de la tendencia

La tendencia de las emisiones de CO_2-eq en este sector está determinada, en orden de importancia, por las sub-categorías 3D (Otros usos de disolventes y N_2O y actividades relacionadas), 3A (Aplicación de pintura) y 3B (Limpieza en seco y desengrasado). En la figura 5.1.3 se muestra la evolución de las emisiones de CO2-eq de estas subcategorías.

Figura 5.1.3.- Evolución de las emisiones de CO_2-eq



Por lo que a la sub-categoría 3D se refiere, la contribución mayoritaria corresponde al uso de N_2O para anestesia, variable que ha mostrado un ascenso hasta finales de la década de los noventa, y a partir de ahí una tendencia general descendente aunque con apreciadas variaciones interanuales en determinados años, lo que influye notoriamente en la tendencia de esta categoría dado que la contribución de esta actividad a las emisiones de CO_2-eq se sitúa entre el 22,5% y el 32,0% a lo largo del periodo inventariado. En cuanto a las actividades de aplicación de pintura (sub-categoría 3A), se produce un descenso en el consumo de pinturas en el periodo 1990-1993 seguido de un posterior incremento sostenido hasta el año 2004, un ligero descenso en el año 2005, continuando con una tendencia al alza en el consumo a partir en los años 2006 y 2007, y un descenso acusado del consumo en el año 2008 como consecuencia del descenso generalizado en el nivel de actividad económico del país. Sin embargo el incremento de los consumos se ve compensado con la disminución de las cantidades de compuestos orgánicos volátiles en las pinturas (mayor uso de pinturas al agua sustituyendo a las pinturas con base disolvente), lo que incide claramente en las emisiones de COVNM, produciéndose un descenso de las emisiones pese al mayor consumo de pintura.

5.2.- Uso de disolventes y otros productos (3)

5.2.1.- Descripción de la actividad

Este sector comprende un grupo heterogéneo de categorías en cuyos procesos lo que prima es la utilización de compuestos orgánicos volátiles excepto metano (COVNM) que se traducen en emisiones finales de CO_2, así como otros productos que tienen un potencial de calentamiento directo (N_2O y eventualmente emisiones inmediatas de CO_2, si bien estas últimas no se ha constatado hasta ahora en esta categoría del inventario).

En relación con los COVNM son relevantes las emisiones originadas en las categorías siguientes:

3A Aplicación de pintura

3B Limpieza en seco y desengrasado

3C Fabricación y tratamiento de otros productos químicos

3D Otros - Usos de disolventes y N_2O y actividades relacionadas

Es importante reseñar que de acuerdo con la metodología unificada de IPCC y EMEP/CORINAIR, se incluyen en el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero de este sector, además del cómputo inmediato de las emisiones de CO_2 y N_2O, las emisiones finales de CO_2 provenientes de la oxidación de las emisiones (inmediatas) de COVNM correspondiente a las categorías 3A, 3B y 3D[1].

[1] Se omiten aquí las emisiones finales de CO_2 provenientes de la oxidación de las emisiones de COVNM de la categoría 3C, ya que de acuerdo con la citada metodología unificada dichas emisiones ya estarían computadas dentro de los procesos industriales de la industria química.

En cuanto al uso de N_2O, cabe mencionar que en el inventario español sólo se ha identificado como fuente emisora la utilización de este gas en anestesia, actividad que se encuadra dentro de la categoría 3D.

5.2.2.- Metodología

Para los COVNM, la metodología aplicada para la estimación de las emisiones es esencialmente la de EMEP/CORINAIR, complementada con aportaciones y consultas realizadas con IIASA y EGTEI[2].

Como especificidades cabe destacar que, para algunas fuentes emisoras de especial relevancia, la información se ha recabado y procesado a nivel de planta individualizada (caso de las plantas de fabricación de automóviles). Para las restantes fuentes emisoras, la información sobre las variables de actividad procede en su inmensa mayoría de las asociaciones empresariales correspondientes, entre las que cabe destacar las siguientes: Asociación Española de Fabricantes de Pinturas y Tintas de Imprimir (ASEFAPI); Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE); Confederación Española de Empresarios de Plástico (ANAIP); Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado (ATEPA); Asociación Nacional de Poliestireno Expandido (ANAPE); Asociación de la Industria del Poliuretano Rígido (IPUR); Consorcio Nacional de Industriales del Caucho (COFACO); Asociación Nacional de Empresas para el Fomento de las Oleaginosas y su Extracción (AFOEX); Asociación Nacional de Empresas de Protección de la Madera (ANEPROMA). Asimismo, se ha utilizado en el caso de algunas actividades información de estadísticas generales, tales como la población del Instituto Nacional de Estadística (INE), la Encuesta Industrial (INE) o la publicación “La Industria Química en España” del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC).

En cuanto a los factores de emisión, la metodología utilizada trata de cuantificar el contenido de COVNM en los disolventes y otros productos que contienen estas sustancias. En su caso, se incorporan los coeficientes reductores correspondientes a las distintas técnicas de aplicación y de abatimiento de las emisiones resultantes. En particular, y para el caso de aplicación de pinturas, es especialmente relevante la diferenciación entre los distintos tipos de pinturas (al agua, al disolvente, etc.). En la medida que se dispone de información de la evolución de estas técnicas en el tiempo, los factores aparecen anualizados.

Especial mención merece el caso de las fábricas de automóviles, para las cuales se ha realizado un tratamiento individualizado en cada planta, recabando la información sobre cantidades de concentrado y disolvente utilizadas y sus contenidos en COV en las distintas fases de las líneas de pintado del proceso productivo, así como de los procesos de recuperación y eliminación implantados en cada centro, de manera que la emisión se estima por balance de masas.

Una vez que se han determinado las emisiones inmediatas de COVNM su conversión a CO_2 final se realiza utilizando el siguiente algoritmo:

---

[2] IIASA: International Institute for Applied Systems Analysis
EGTEI: Expert Group on Techno-Economic Issues.

$$\text{Emisión } CO_2 = \text{Emisión COVNM} \cdot 0{,}85 \cdot 44/12$$

donde 0,85 es el coeficiente para pasar la masa de COVNM a masa de carbono, y 44/12 para expresar la masa de carbono en masa de CO_2.

Por lo que al N_2O se refiere, las emisiones consideradas en el inventario se circunscriben, tal y como se ha mencionado anteriormente, al uso de este gas con fines anestésicos. El óxido nitroso, con su característica de mayor solubilidad en grasas que en el agua, es transportado en forma gaseosa por la sangre hasta el sistema nervioso central a través de los líquidos contenidos en este último, donde se produce un estado de completa inconsciencia o narcosis. Como muchos otros productos anestésicos volátiles, el N_2O sale del organismo sin experimentar cambios, es decir, es refractario al catabolismo de los procesos biológicos. Debido a esta propiedad la emisión de N_2O se considera igual al consumo que de dicho gas se hace para este uso. Dicho consumo se ha estimado a partir de la información facilitada por una de las grandes empresas del sector para el periodo 1990-2003, y de información facilitada por el Ministerio de Sanidad y Política Social para los años 2006-2008, habiéndose estimado los consumos correspondientes a los años 2004 y 2005 mediante procedimientos de interpolación.

5.2.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Las variables de actividad se han obtenido bien vía directa mediante cuestionario a las plantas o asociaciones empresariales de amplia cobertura nacional, bien de estadísticas derivadas de censos nacionales, estimándose una incertidumbre media del orden del 50%, dado que algunas variables se consideran proxies de variable objetivo. En cuanto a los factores de emisión, se puede asumir que la incertidumbre media se sitúa en torno al 25%.

En general se considera que las series de variables de actividad presentan un alto grado de coherencia temporal por provenir la información de fuentes de referencia estables con un nivel de cobertura contrastado a nivel nacional. Sin embargo queda pendiente temporalizar una parte importante de los factores de emisión de COVNM, ya que no se ha podido determinar con precisión a lo largo del periodo inventariado en todas las actividades el grado de penetración de las nuevas tecnologías de proceso y de abatimiento.

5.2.4.- Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad cabe destacar el seguimiento que se hace de los procesos de aplicación de pintura en las plantas de fabricación de automóviles. Se solicita información para cada una de las fases de las líneas de pintado sobre consumo de concentrado y disolvente y sus correspondientes contenidos en COV, obteniéndose a partir de estos datos la cantidad de disolución utilizada, su contenido en COV y la emisión producida. De esta emisión se descuenta la cantidad que ha sido recuperada o eliminada (reciclada, incinerada o enviada a gestor exterior) obteniéndose de este modo la emisión total de COVNM. En el caso de producirse carencias en dicha información o presentarse valores atípicos se investiga con las propias plantas las causas de las anomalías con el fin de obtener las necesarias correcciones o justificaciones de los valores correspondientes. Adicionalmente, esta información permite contrastar los datos entre plantas, obteniéndose

ratios de consumos y emisiones (por vehículo pintado y por superficie tratada) utilizables para realizar procedimientos de verificación de la información facilitada. En la tabla 5.2.1 se presenta el modelo de solicitud de información necesaria para realizar este balance de masas.

Tabla 5.2.1.- Cuestionario aplicación de COV en fábricas de automóviles

PROCESO	CONCENTRADO		DISOLVENTE		DISOLUCIÓN		COV TOTAL
	kg	% COV	kg	% COV	kg	% COV	kg
1.- Aplicación de pintura							
Cataforesis							
Productos PVC (masillas, másticos)							
Imprimación (aprestos, sellados)							
Lacas							
Retoques							
Ceras protección							
± Ajustes							
2.- Desengrasado y limpieza industrial							
Desengrasado de metales							
Otra limpieza industrial							
Total fabricación (1 + 2)							
3. Mantenimiento							
TOTAL CONSUMO (1 + 2 + 3):							
Recuperación (reciclado)							
Eliminación (incineración)							
Envío a gestor exterior							
EMISIÓN							

Otro control de calidad realizado ha sido el correspondiente a la actividad de aplicación de pintura para decoración y construcción. En este caso se ha tenido en cuenta la reducción a lo largo del periodo inventariado de los contenidos de COV en las pinturas como consecuencia de la aplicación de las diferentes normativas medioambientales al respecto. Esta tarea de contrastación, que se ha abordado conjuntamente con las correspondientes asociaciones sectoriales, permite reflejar el incremento que se produce en el uso de pinturas al agua con respecto a las pinturas al disolvente, así como la consiguiente disminución a lo largo del tiempo de las emisiones de COVNM tanto en valores absolutos como en términos relativos (emisión por tonelada de pintura aplicada).

5.2.5.- Realización de nuevos cálculos

La principal modificación realizada en esta edición del inventario corresponde a la revisión, al disponer de nueva información, de la variable de actividad relativa al uso de N_2O en anestesia para el periodo 2004-2007. Asimismo, se ha realizado una revisión de la variable de actividad correspondiente a la actividad de aplicación de uso de colas y adhesivos para los años 2000-2007, al haberse dispuesto de información de base más actualizada. Por último, se han actualizado los datos de 2007 correspondientes al balance

de COVNM en una planta de fabricación de automóviles como consecuencia de la información revisada facilitada por la propia planta vía cuestionario. En conjunto, estos nuevos cálculos suponen variaciones al alza y a la baja en las emisiones de CO_2-eq, que oscilan entre el descenso de 13,4 Gg de CO_2-eq en el año 2003 y el incremento de 137,8 Gg de CO_2-eq que se produce en el año 2005.

La comparación de resultados de las emisiones de CO_2-eq entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos de valores absolutos en la figura 5.2.1 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 5.2.2. Como puede observarse en esta última figura, la variación relativa de las emisiones de CO_2-eq como consecuencia de los nuevos cálculos efectuados en esta actividad se sitúa en valores entre el -0,84% y el 9,30% a lo largo del periodo 1990-2007.

Figura 5.2.1.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

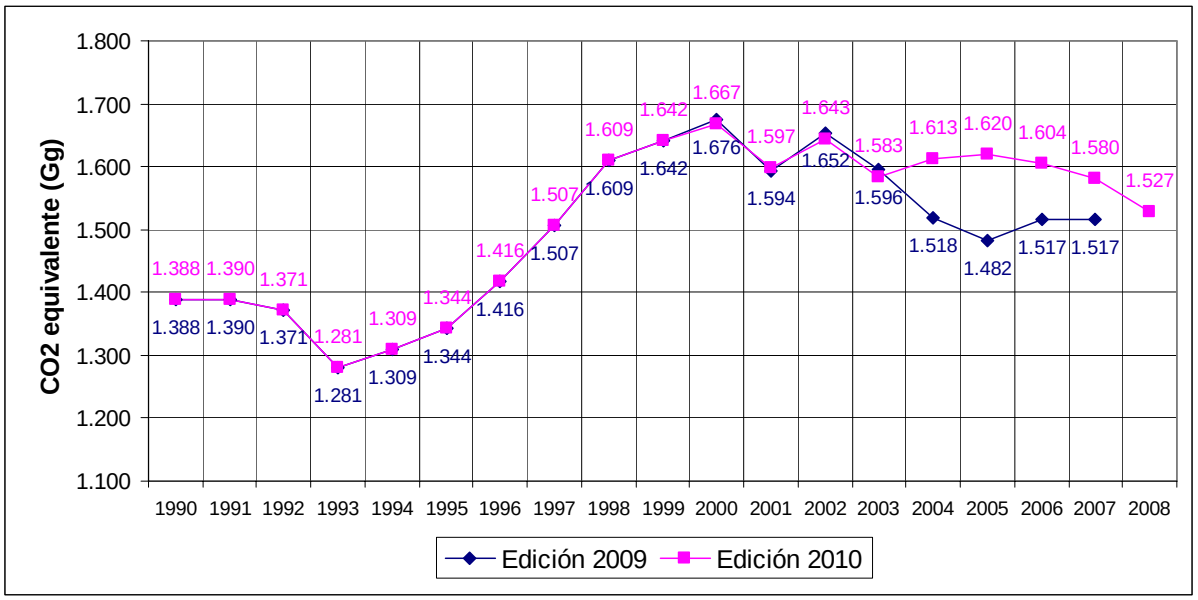
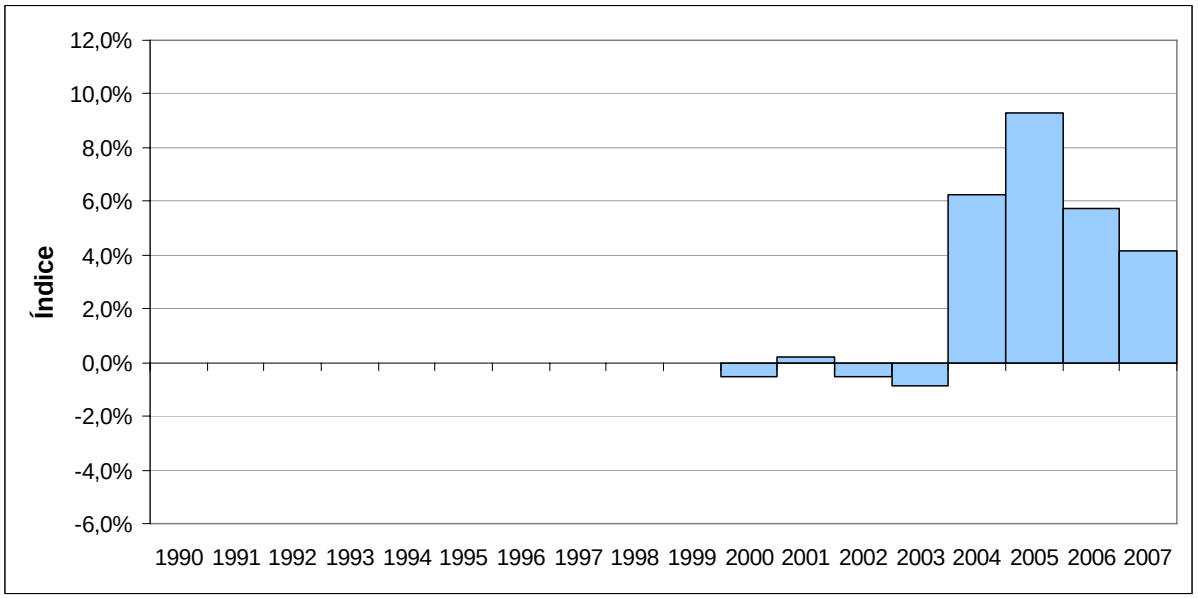


Figura 5.2.2.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



5.2.6.- Planes de mejora

Dentro de este sector hay un conjunto de tareas programadas para abordar con las principales asociaciones empresariales la revisión de las variables básicas de actividad así como de la caracterización de los procesos y técnicas de reducción de emisiones aplicados en el uso de disolventes y el contenido de COV de los mismos. En el año 2009 se mantuvieron reuniones con asociaciones empresariales, representantes de los principales sectores, con el fin de establecer un procedimiento para el levantamiento de la información de base necesaria. Este plan continúa en el año 2010.

6.- AGRICULTURA

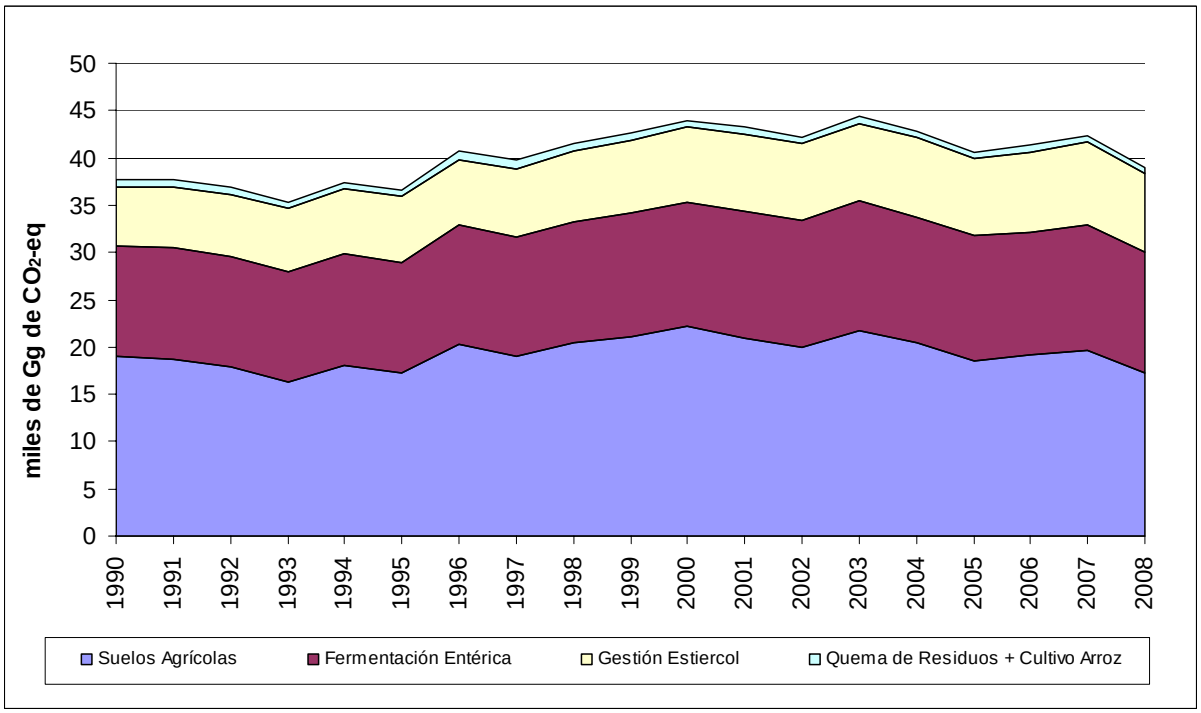
6.1.- Panorámica del sector

Las emisiones de la agricultura, cuya evolución se muestra en la tabla 6.1.1 y en la figura 6.1.1, han experimentado entre 1990 y 2008 un incremento del 3,2%, pasando de 37.743 Gg a 38.956 Gg de CO_2-eq (CO_2 equivalente).

Tabla 6.1.1.- Emisiones de CO_2 equivalente (cifras en Gigagramos)

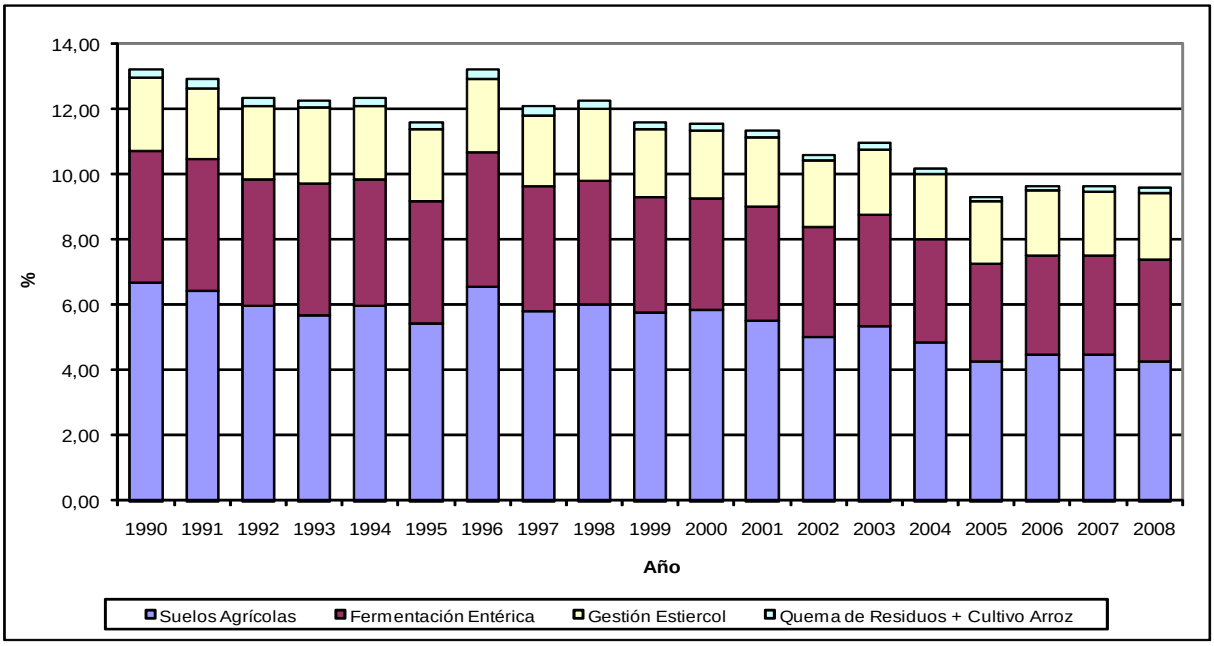
Categoría	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Suelos Agrícolas	19.056	17.176	22.225	20.370	18.521	19.101	19.705	17.321
Fermentación Entérica	11.580	11.800	13.097	13.407	13.206	13.058	13.282	12.678
Gestión Estiércol	6.342	6.941	7.909	8.333	8.212	8.446	8.669	8.265
Quema de Residuos + Cultivo Arroz	765	648	769	754	630	693	691	691
Agricultura	37.743	36.565	43.999	42.864	40.569	41.298	42.347	38.956

Figura 6.1.1.- Evolución de las emisiones de CO_2 equivalente



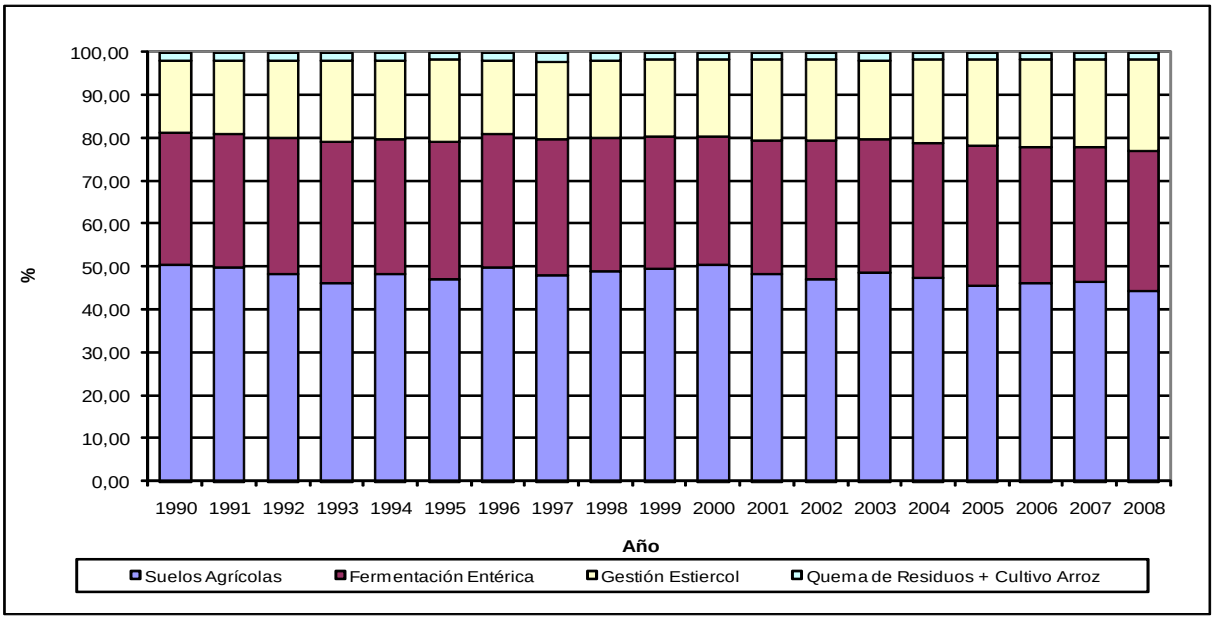
Las emisiones de la agricultura representan en el año 2008, como puede observarse en la figura 6.1.2, un 9,6% de las emisiones totales españolas de CO_2-eq, lo que supone, pese al incremento de las emisiones absolutas de esta actividad, un descenso en su contribución al total del inventario en comparación con el año 1990 en el que representaban un 13,2% del total.

Figura 6.1.2.- Porcentaje de las emisiones de CO_2-eq por categoría respecto al total del inventario



En la figura 6.1.3 puede observarse que la distribución entre categorías de las emisiones de este sector no ha sufrido grandes variaciones en el periodo inventariado. De mayor a menor contribución, para el año 2008, pueden citarse los Suelos Agrícolas, con más del 44,4% de las emisiones del sector, seguido por la Fermentación Entérica (32,5%) y la Gestión de Estiércoles (21,2%).

Figura 6.1.3.- Porcentaje de las emisiones de CO_2-eq por categoría respecto al total del sector



Categorías clave

En la agricultura todas las categorías clave son emisoras, no sumideros, por lo que pueden denominarse "fuentes clave". Las categorías clave identificadas para el periodo 1990-2008, considerando la combinación de actividad con gas, según se muestra en las tablas 6.1.4 y 6.1.5, y ordenadas de mayor a menor contribución en el nivel a las emisiones del inventario en el año 2008, son:

a) Fermentación entérica en ganado doméstico (CH_4): Fuente por nivel de emisión en el año base[1] y por nivel y tendencia en el año 2008 (Tier 1). Fuente por nivel en el año 2008 (Tier 2).

b) Suelos agrícolas - Emisiones directas (N_2O): Fuente por nivel de emisión en el año base y por nivel y tendencia en el año 2008 (Tier 1). Fuente por nivel y tendencia en el año 2008 (Tier 2).

c) Suelos agrícolas - Emisiones indirectas (N_2O): Fuente por nivel de emisión en el año base y por nivel y tendencia en el año 2008 (Tier 1). Fuente por nivel y tendencia en el año 2008 (Tier 2).

d) Gestión de estiércol (CH_4): Fuente por nivel de emisión en el año base y en el año 2008 (Tier 1).

e) Suelos agrícolas – Producción animal (N_2O): Fuente por nivel de emisión en el año base y en el año 2008 (Tier 1). Fuente por nivel y tendencia en el año 2008 (Tier 2).

f) Gestión de estiércol (N_2O): Fuente por nivel de emisión en el año base y en el año 2008 (Tier 1). Fuente por nivel en el año 2008 (Tier 2).

[1] En las referencias sucesivas a "año base", debe entenderse el año 1990 para los gases principales (CO_2, CH_4 y N_2O) y 1995 para los F-gases. Las estimaciones corresponden al año base de la edición corriente del Inventario, la que cubre la serie 1990-2008.

Tabla 6.1.4.- Fuentes clave: contribución al nivel. Año base

Actividad IPCC		Gas	CO_2-eq (Gg)	Contribución al nivel		
				Tier 1		
Código	Descripción			%	Fuente clave	Nº orden
4A	Fermentación Entérica	CH_4	11.580	4,0%	S	8
4B	Gestión de estiércol	CH_4	4.072	1,4%	S	17
4B	Gestión de estiércol	N_20	2.270	0,8%	S	23
4D1	Suelos Agrícolas - Directas	N_20	9.727	3,4%	S	10
4D2	Suelos Agrícolas – Prod. Animal	N_20	2.273	0,8%	S	22
4D3	Suelos Agrícolas - Indirectas	N_2O	7.056	2,5%	S	12

Orden: Número de orden de la categoría en la relación de fuentes clave (ordenada según contribución al nivel o a la tendencia).

Tabla 6.1.5.- Fuentes clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2008

Actividad IPCC		Gas	CO_2-eq (Gg)	Contribución al nivel						Contribución a la tendencia					
				Tier 1			Tier 2			Tier 1			Tier 2		
Código	Descripción			%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden
4A	Fermentación Entérica	CH_4	12.678	3,1%	S	9	1,0%	S	19	1,5%	S	16	0,6%	N	28
4B	Gestión de estiércol	CH_4	5.588	1,4%	S	18	0,4%	N	31	0,1%	N	50	0,0%	N	59
4B	Gestión de estiércol	N_20	2.677	0,7%	S	22	2,1%	S	15	0,2%	N	32	0,8%	N	26
4D1	Suelos Agrícolas - Directas	N_20	8.492	2,1%	S	14	26,1%	S	1	2,1%	S	12	31,7%	S	1
4D2	Suelos Agrícolas – Prod. Animal	N_20	2.549	0,6%	S	23	2,0%	S	16	0,3%	N	30	1,0%	S	22
4D3	Suelos Agrícolas - Indirectas	N_2O	6.280	1,6%	S	16	9,4%	S	2	1,5%	S	15	10,8%	S	2

Orden: Número de orden de la categoría en la relación de fuentes clave (ordenada según contribución al nivel o a la tendencia).

Explicación de la tendencia

Las emisiones debidas a la agricultura, véase tabla 6.1.1, presentan una tendencia al alza, modulada puntualmente por picos y valles, con un incremento a lo largo del periodo inventariado del 3,2%.

Esta tendencia es el resultado del aumento de las emisiones de las actividades fermentación entérica en la cabaña ganadera (4A) y gestión de estiércoles (4B), que están relacionadas en gran medida con la dimensión de la cabaña ganadera. Durante el periodo 1990-2008 algunas especies animales han experimentado un gran incremento del número de efectivos, destacando el vacuno no lechero y el porcino con aumentos en torno al 54%, provocando, por tanto, un aumento de las emisiones a lo largo de la serie.

Sobre esa pauta general de tendencia creciente de las emisiones, véase figura 6.1.1, se superponen una serie de picos y valles motivados principalmente por las variaciones en las emisiones de la actividad suelos agrícolas (4D). La fuente de estas variaciones interanuales es la aplicación de nitrógeno (N) en forma de fertilizantes sintéticos a los suelos (subapartado de la actividad 4D1, emisiones directas). En la tabla 6.4.2, véase pág. 6.28, pueden observarse los aportes de N a los suelos por tipo de fuente fertilizante y la importancia de los fertilizantes sintéticos, en términos de N aplicado, dentro de estas fuentes. Además, estas variaciones se ven intensificadas por la contribución de las emisiones de la actividad 4D3, emisiones indirectas, pues en ellas inciden los aportes de N directos de la actividad 4D1 (y también 4D2) en la que se incluyen los ya mencionados fertilizantes sintéticos.

Pese a la introducción de nuevas reglamentaciones concernientes a la quema en campo abierto de residuos agrícolas (4F) que prohíben paulatinamente (véase el Anexo 3.2.III) la quema de la práctica totalidad de los cultivos, estas regulaciones no son preponderantes en las variaciones de esta actividad. La pequeña variación experimentada en las emisiones, pese a dichas reglamentaciones, es debida al gran peso de la quema en el campo de los residuos de la poda del olivar y el viñedo, para los cuales, y como excepción a la regla mayoritaria, no hay reducción en el porcentaje de quema de sus residuos.

En respuesta a sucesivas preguntas formuladas por los equipos revisores de la Secretaría del Convenio Marco sobre Cambio Climático (ERT), y pese a su muy reducida influencia en la tendencia, se explica seguidamente la variación interanual en los factores de emisión de fermentación entérica (4A), para el vacuno lechero, para el vacuno no lechero y para el ovino; y de gestión de estiércoles (4B), para el vacuno lechero y el vacuno no lechero. Estas ligeras variaciones interanuales se deben no a variaciones metodológicas sino a cambios en la composición de la cabaña ganadera de cada una de estas categorías animales consideradas por IPCC. Estas categorías IPCC están constituidas por la agrupación de varias categorías de animales del Inventario Español[2], cada una de las

[2] En adelante se entenderá por “animales” a las distintas especies (vacuno, ovino, porcino...), por “categorías” a la desagregación de los animales según las clases consideradas en el Anuario del MARM (ver Anexo I) y por “razas” las distintas subespecies animales (frisona, pirenaica, morucha, etc.)

cuales tiene estimado su propio factor de emisión. En particular, el vacuno no lechero se compone de 14 grupos, el vacuno lechero de 2 y el ovino de 8. Dado que la composición según grupos de cada categoría animal de IPCC varía año a año, es decir, el porcentaje que representa cada grupo del Inventario en el total de una categoría animal de IPCC no es constante para todos los años de la serie, el factor de emisión ponderado de la categoría IPCC varía consiguientemente produciendo las correspondientes fluctuaciones anuales en el factor de emisión medio.

Nuevos cálculos

Como puede apreciarse en la figura 6.1.6 y en la figura 6.1.7 se ha producido una importante reducción para el conjunto de años de la serie inventariada, entre el 6% y el 10%, en las emisiones estimadas en la presente edición del Inventario con relación a las estimadas en la edición anterior del inventario.

Las diferencias existentes entre ambas ediciones son motivadas, principalmente, por la actualización de la metodología de estimación de las emisiones (tanto de fermentación entérica, como de gestión de estiércoles) del ganado porcino y las aves (gallinas y pollos de engorde).

Otras modificaciones realizadas en la presente edición relativas a la cabaña ganadera son: la revisión de la serie completa de efectivos de ganado equino (caballos, mulas y asnos), en función de la nueva información disponible (véase apartado 6.2.2, variables de actividad); la actualización de los datos de producción lechera del ganado vacuno para el año 2007; la modificación del número de cabezas de ganado ovino para los años 1990, 1992, 1995 y 2004-2006, acorde a la nueva información disponible en el Anuario de Estadística Agroalimentaria.

Afectando exclusivamente a las actividades agrarias, se ha procedido a la actualización de los datos de superficies y rendimientos de los cultivos del año 2007, acorde a la nueva información suministrada por el Anuario de Estadística Agroalimentaria. Así mismo, se ha procedido a actualizar la información del consumo de fertilizantes minerales, para los años 1999-2000 y 2003-2007, con la nueva información disponible en el Anuario de Estadística Agroalimentaria. Adicionalmente, siguiendo la recomendación del ERT, se ha corregido, para las emisiones debidas al pastoreo, el error detectado en el factor de conversión de N_2O-N a N_2O. También, las emisiones de compost han sido revisadas para el año 2007, a la luz de la nueva información disponible en la variable de actividad.

Finalmente, siguiendo la recomendación del ERT, se ha informado de las emisiones de lodos y compost dentro de la actividad otras emisiones directas (4.D.1.6), en vez de en la actividad otros suelos agrícolas (4.D.4) como venía realizándose con anterioridad. Esta modificación no supone un cambio en las emisiones de suelos agrícolas (4.D), pero sí de su distribución interna.

Figura 6.1.6.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación eds. 2010 vs. 2009

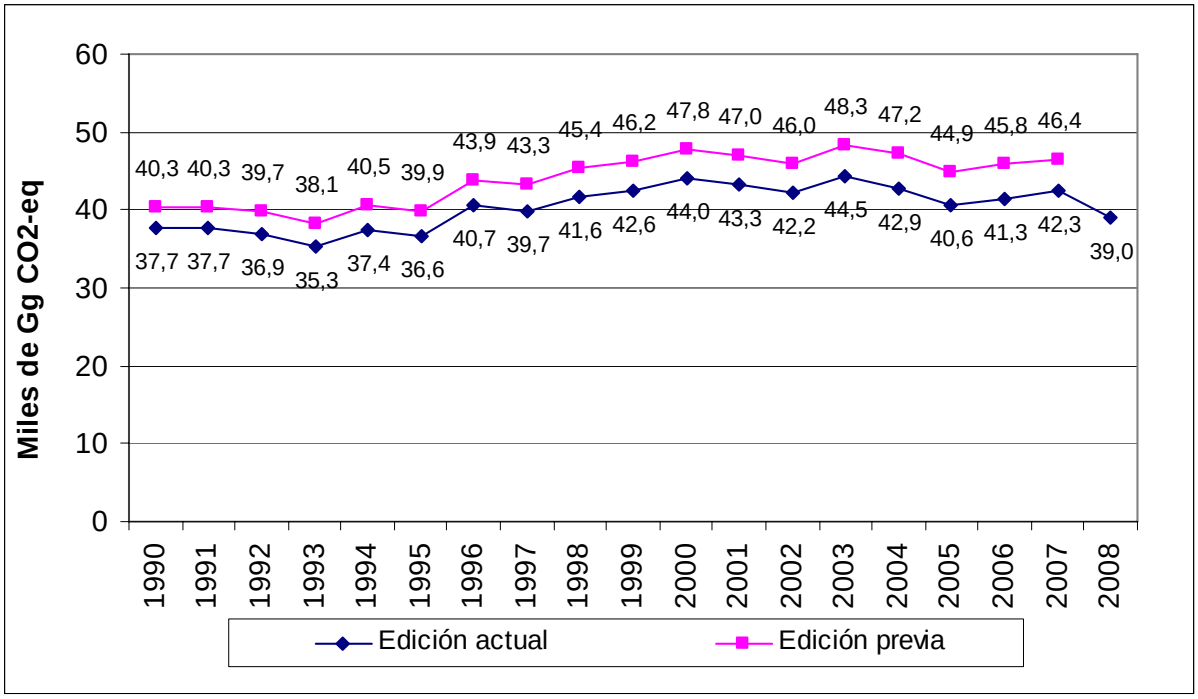
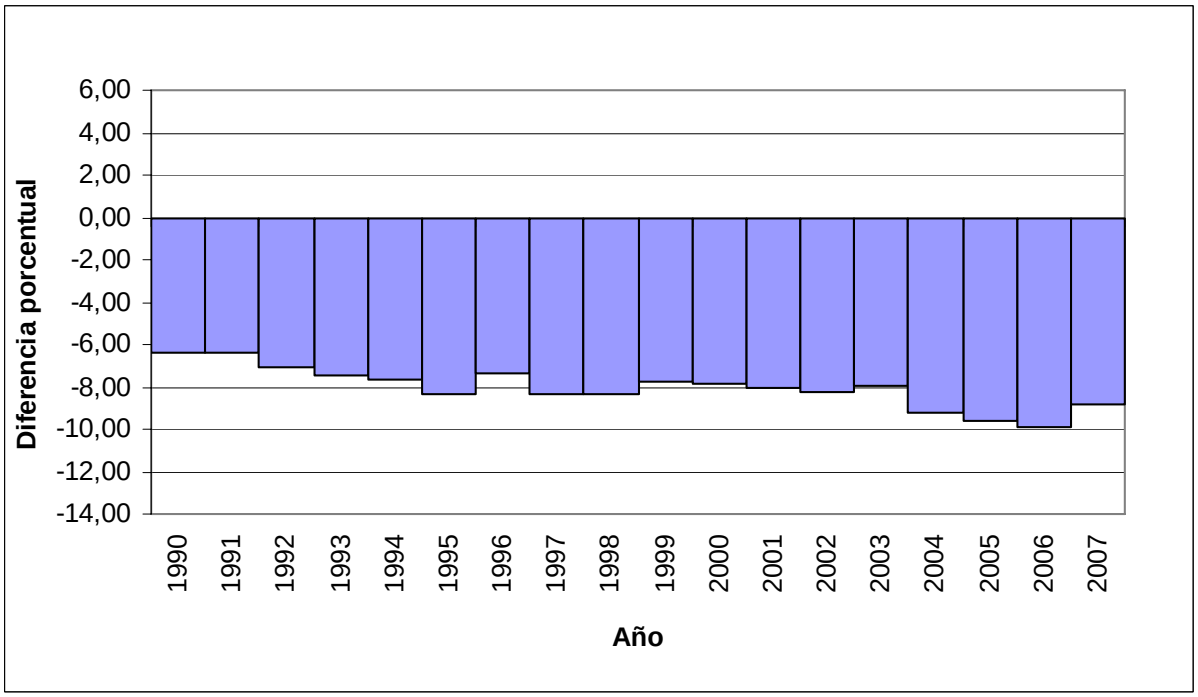


Figura 6.1.7.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual eds. 2010 vs. 2009



6.2.- Fermentación entérica en ganado doméstico - CH_4 (4A)

6.2.1.- Descripción de la actividad emisora

En esta actividad se consideran las emisiones de metano provenientes de la fermentación entérica de la cabaña ganadera. La cantidad de metano producida y emitida por los animales depende básicamente de la constitución de su aparato digestivo y su dieta alimentaria.

El tipo de aparato digestivo tiene una influencia determinante en los niveles de emisión de metano. Los rumiantes son las especies con mayores tasas de emisión a causa del tipo de fermentación generadora de metano que tiene lugar en su rumen. En España las principales especies rumiantes incluyen: vacuno, ovino y caprino. Las tasas de emisión de metano son mucho menores en los pseudo-rumiantes (caballos, mulas, asnos) y en los animales monogástricos (porcino).

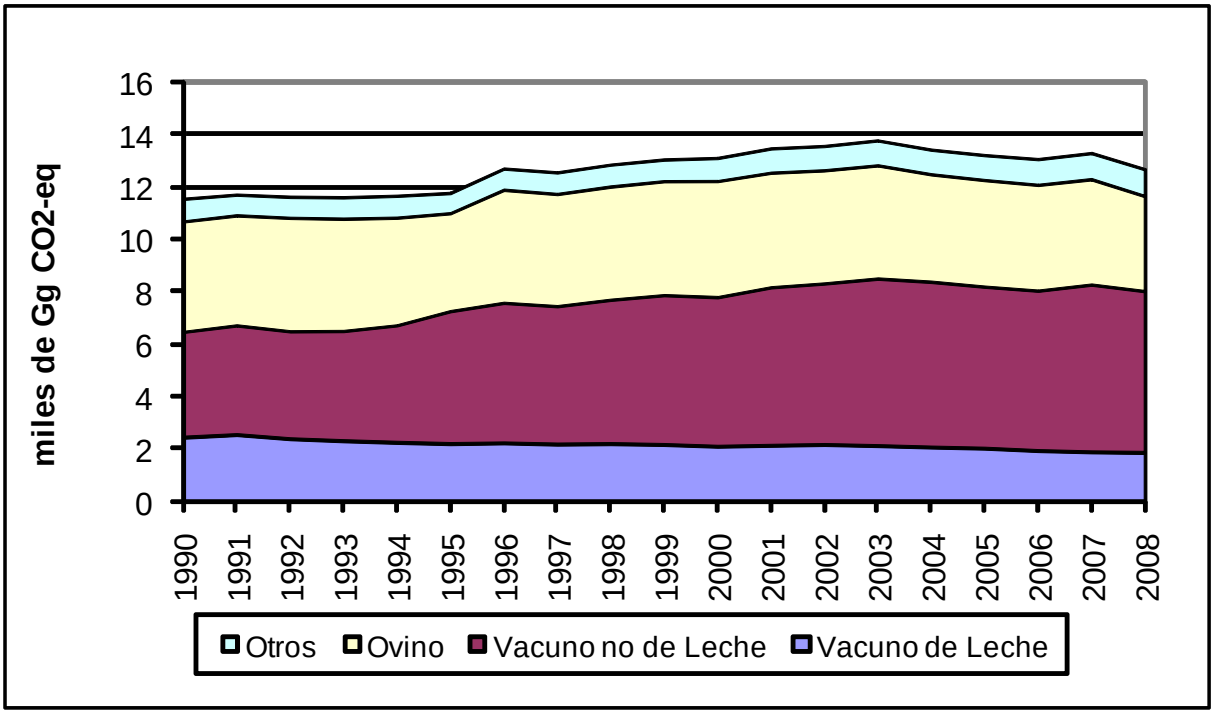
En cuanto a la dieta puede decirse que cuanto mayor sea la ingesta y menor la digestibilidad de sus materias mayores serán, en términos generales, las emisiones de metano. La ingesta animal se relaciona positivamente con el tamaño del animal, su tasa de crecimiento y elementos de producción (leche, lana, crías, etc.).

En el periodo inventariado las emisiones de esta actividad, como puede verse en la tabla 6.2.1 y en la figura 6.2.1, aumentaron un 9,5%, pasando de los 11.580 Gg de CO_2-eq de 1990 a los 12.678 Gg de CO_2-eq en el año 2008. El principal responsable de esta subida es el vacuno no lechero con un aumento de 101,47 Gg de CH_4 (2.131 Gg de CO_2-eq) lo que representa un 52,9% de subida. El porcino también experimenta un importante incremento del 57,4%, pero dado su reducido peso en las emisiones de este gas, ello sólo supone un aumento de 182 Gg de CO_2-eq. Las variaciones de emisiones de estas dos categorías de animales son esencialmente debidas al incremento del número de cabezas, no a una variación importante en su factor de emisión. Tanto el ganado caprino como el vacuno de leche registran una reducción de sus emisiones del 19,2% y 24% respectivamente, motivadas por el descenso del número de efectivos. La caída de un 32,1% del número de mulas y asnos conlleva una reducción idéntica de sus emisiones, si bien dada su menor importancia en términos absolutos, la reducción sólo representa 13,70 Gg de CO_2-eq.

Tabla 6.2.1.- Emisiones de CO_2 equivalente *(Cifras en Gigagramos)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Vacuno de Leche	2.446	2.201	2.097	2.068	2.028	1.936	1.887	1.862
Vacuno no de Leche	4.028	5.062	5.695	6.310	6.162	6.102	6.384	6.159
Ovino	4.269	3.784	4.448	4.117	4.090	4.060	4.038	3.663
Otros	837	753	857	912	927	959	972	995
Total	11.580	11.800	13.097	13.407	13.206	13.058	13.282	12.678

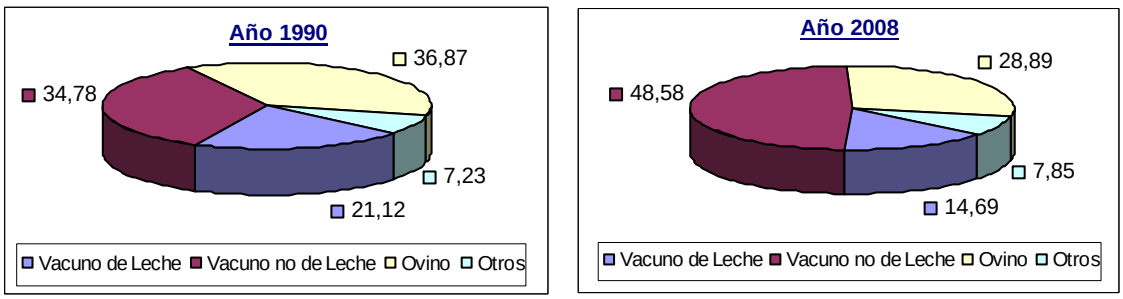
Figura 6.2.1.- Emisiones de CO_2 equivalente



En la figura 6.2.2 se muestra la contribución relativa a las emisiones de cada una de las actividades que componen la categoría 4.A. En el año 1990 aparece como principal fuente emisora el ovino (4A3) con un 37% de las emisiones, seguido de cerca por el vacuno no lechero (4A1b) con el 34,8% y luego, con menor importancia, 21,1%, el vacuno lechero (4A1a). Las principales fuentes de CH_4 en esta categoría son, en el año 2008, el vacuno no lechero con un 48,6% de las emisiones, seguido por el ganado ovino con el 28,9% y el vacuno lechero con el 14,7% de las emisiones. El resto de animales, en su conjunto, no llega a representar, en ninguno de dichos años un 10% de las emisiones.

Se aprecia el gran aumento de la importancia de las emisiones de vacuno no lechero, pasando del 35% al 49%, motivado por el aumento de su número de individuos. Las otras dos grandes fuentes (vacuno lechero y ovino) experimentan sendos retrocesos en su importancia como fuentes.

Figura 6.2.2.- Distribución de las emisiones del grupo 4A



6.2.2.- Aspectos metodológicos

Elección del método

Se han usado tres enfoques metodológicos en esta actividad: el de nivel 3 para el porcino, el de nivel 2 para el vacuno y ovino y el de nivel 1 para el resto de animales.

Para la selección del método, salvo en las especies para las que se dispone de la nueva metodología nacional de nivel 3, se ha adoptado el criterio expuesto en la figura 4.2 (Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC). Debido a la no disponibilidad de estadísticas de muchos de los parámetros requeridos por el enfoque de nivel 2 se ha procedido a la obtención de estos datos a partir de fuentes con metodologías nacionales que se basan en las estadísticas existentes.

Variables de actividad

Los datos de la variable de actividad proceden del "Anuario de Estadística Agroalimentaria", y de los "Boletines Mensuales de Estadística Agraria" (ambos publicados por el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, MARM).

Los documentos del MARM anteriormente citados presentan la información del número de animales de una manera mucho más desagregada que los requerimientos de información de IPCC. Dada la relevancia que para el cálculo de estas emisiones supone la utilización de la información más desagregada por categoría animal, se ha adoptado la estructura de categorías de la fuente del MARM. Para el caso del ganado porcino y de las aves se ha optado por una desagregación ulterior de dichas categorías, con el fin de adecuarse a la nueva metodología de nivel 3. La información sobre estas categorías animales puede consultarse en el Anexo 3.2.I.

En el caso del ganado vacuno y porcino, en que se dispone de más de una estadística por año (junio y diciembre para el vacuno y abril, agosto y diciembre para el porcino) se usan todas ellas para el cálculo de la media anual del número de cabezas de cada categoría animal. En el caso del porcino las estadísticas diferencian además entre porcino en régimen extensivo[3] (cerdo de estirpe ibérica) y total porcino (compuesto por cerdos de estirpe ibérica y blanca). El número de cabezas de porcino blanco (siempre presente en régimen intensivo) se obtiene de la resta del número de animales de raza ibérica (extensivo) del total (blanco = total – ibérico), realizado a nivel de provincia y categoría animal.

En la tabla 6.2.2 y en la figura 6.2.3 se muestra la evolución del número de cabezas animales de las distintas especies. En el periodo 1990-2008 se registra un aumento significativo del vacuno no lechero (54,1%), así como del porcino (54,9%), mientras tanto el vacuno lechero como el caprino experimentan un retroceso en el número de animales

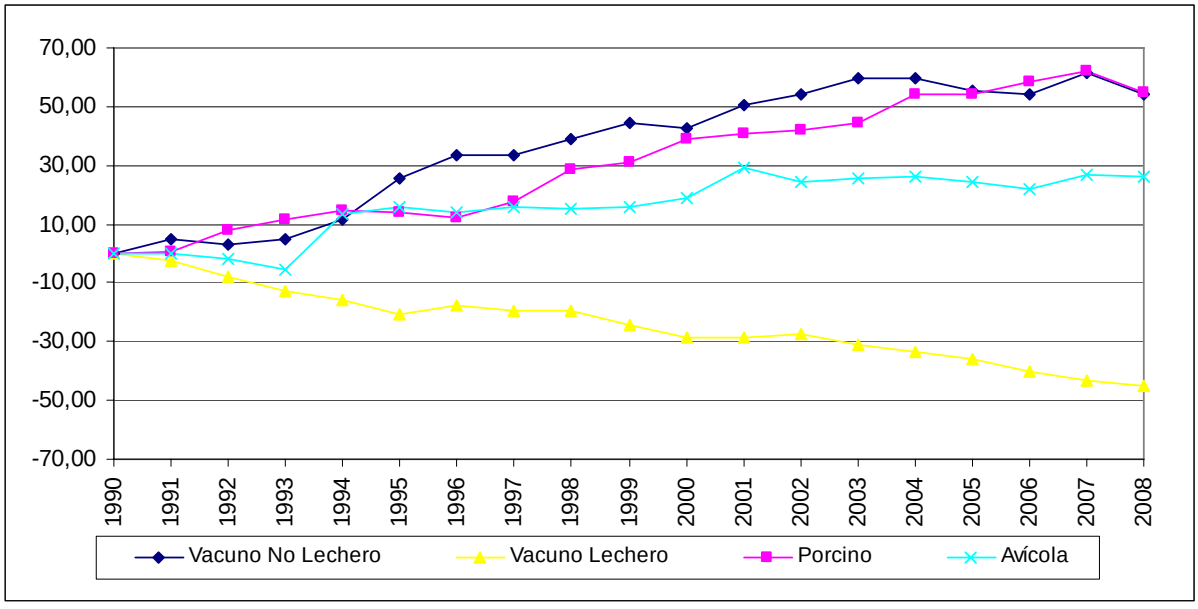
[3] Pese a estar referido en el Anuario de Estadística Agroalimentaria como "extensivo", estas estadísticas se refieren al cerdo de estirpe ibérica, que no siempre se encuentra en régimen extensivo (véase documento Bases zootécnicas para el cálculo del balance de nitrógeno y de las emisiones de gases producidas por la actividad ganadera en España del MARM).

(44,8% y 19,2% respectivamente). Para los equinos (caballos, mulas y asnos), se dispone exclusivamente de información de cabezas del censo de 1986, de la encuesta de 1999 y del Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA) para los años 2007 y 2008. Al disponerse únicamente de la información de cabezas de estos años, se ha procedido a realizar una interpolación para el resto de años de la serie inventariada.

Tabla 6.2.2.- Número de animales

Animal	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Vacuno No Lechero	3.468.803	4.356.381	4.952.152	5.531.611	5.398.028	5.350.773	5.607.848	5.344.456
Caballar	244.799	241.075	249.213	293.683	304.801	315.918	327.036	411.428
Caprino	3.663.314	2.522.528	2.829.959	2.833.223	2.904.691	2.956.730	2.891.574	2.959.329
Porcino	16.370.967	18.613.916	22.752.492	25.226.495	25.225.916	25.897.837	26.553.508	25.362.100
Avícola	125.292.396	144.746.785	149.172.321	157.715.497	155.807.207	152.870.162	158.587.387	158.087.376
Otros Avícola	14.024.101	17.205.721	20.988.421	21.244.853	20.621.566	19.158.417	24.277.820	24.445.942
Mulas y Asnos	203.103	136.054	85.709	98.890	102.185	105.480	108.775	137.869
Ovino	24.037.017	21.070.804	24.399.645	22.757.435	22.749.471	22.474.031	22.194.257	19.952.282
Vacuno Lechero	1.610.541	1.278.120	1.149.794	1.069.173	1.028.249	963.041	918.840	888.722

Figura 6.2.3.- Variación respecto al año base del número de efectivos



Algoritmo de estimación de emisiones

Para los categorías animales en que se sigue el enfoque de nivel 1 se ha usado el factor de emisión (FE) por defecto de IPCC para países desarrollados (tabla 4-3, Manual Referencia 1996 IPCC).

Para el vacuno y ovino se ha utilizado el enfoque de nivel 2. Ahora bien, dadas las carencias de información por defecto en las referencias de IPCC para diversos parámetros requeridos por este nivel de enfoque y por el nivel de desagregación de las categorías animales con que se trabaja en el inventario nacional, se han adoptado procedimientos nacionales propios para la obtención de valores de estos parámetros. Estos procedimientos

se basan principalmente en la estimación de los parámetros de las categorías animales mencionadas a partir de datos disponibles en la bibliografía para las distintas razas vacunas u ovinas existentes en España.

En el caso del porcino se ha utilizado un enfoque de nivel 3 recogido en el documento Zootécnico[4]. Sobre la base de los estudios realizados dentro del marco del Grupo de Trabajo para la Ganadería en el Inventario (GT GAN-INV) se ha desarrollado una metodología propia nacional, diferenciada entre las dos principales estirpes existentes en la península, la ibérica y la blanca, basada en balances alimentarios y necesidades energéticas.

En este apartado se procede a continuación a explicar estas metodologías por especie animal, siguiendo el orden de aparición de los parámetros en la metodología de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Ganado Vacuno

El primer parámetro del que se carece de estadísticas directas para cada una de las categorías de vacuno es el peso. Una explicación de la metodología del cálculo del peso se encuentra en el epígrafe 3.3.2.1 del documento UPV (Junio 2006)[5].

El dato de producción de leche no se encuentra disponible con desagregación entre lecheras frisonas y resto del vacuno lechero y, por tanto, ha sido necesario realizar una estimación basada en los datos teóricos de producción de leche por raza. Una explicación detallada de este procedimiento se encuentra en el epígrafe 3.3.2.2 del documento UPV (Junio 2006).

Para obtener el parámetro del porcentaje de grasa en la leche se ha optado por calcularlo, análogamente a los pesos y la leche, a partir de datos bibliográficos de las razas existentes en España. En la tabla 14 del epígrafe 3.3.3.5 del documento UPV (Junio 2006) pueden encontrarse los valores usados.

La digestibilidad de la dieta para cada clase de animal se calcula siguiendo la metodología planteada en el epígrafe 3.3.3.7 del documento UPV (Junio 2006). En ella se proponen unos porcentajes de distintos constituyentes en las dietas de las diferentes categorías de animales, así como la digestibilidad de cada uno de estos constituyentes, obteniéndose de ellos, finalmente, un valor medio de digestibilidad para la dieta.

Los valores tomados para el factor de conversión a metano (Ym) para cada categoría son los propuestos en la tabla 4.8 “Developed Countries” de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, a excepción del vacuno de leche. Esta salvedad se justifica porque, teniendo en

[4] [Zootécnico] MARM. “Bases zootécnicas para el cálculo del balance de nitrógeno y de las emisiones de gases producidas por la actividad ganadera en España”. Madrid, 2010.

[5] UPV (Junio 2006). “Metodología para la estimación de las emisiones a la atmósfera del sector agrario para el inventario nacional de emisiones” elaborado por contrato específico entre el CV DGCEA y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad de Valencia en materia de asesoramiento técnico en la temática de ganadería y medio ambiente (ref. CV122004).

cuenta la relación inversa que existe entre la digestibilidad de la dieta y el factor Ym, al encontrarse el vacuno lechero español en sistemas de producción intensivos, en estabulación permanente y alimentado con concentrados y forrajes de calidad (Calcedo, 2004[6]; Sineiro, 2003[7]), es decir, con dietas de elevadas digestibilidades (> 70%), se considera más apropiado utilizar un valor de 0,055 para Ym, intermedio entre el de cebo intensivo y el del resto del vacuno, pero más próximo a este último dado que es la clase a la que pertenecería sin realizar este ajuste.

En el factor de emisión del vacuno no lechero se aprecia sólo un ligero descenso, 0,8%, entre los valores correspondientes a 1990 y a 2008, cuyas cifras respectivas son de 55,3 a 54,9 kg CH_4/ cabeza y año. Por el contrario, el vacuno de ordeño experimenta entre los mismos años un aumento de su factor de emisión de 72,3 a 99,8 kg CH_4/ cabeza y año, lo que supone un incremento del 38,0%. Este aumento se debe principalmente al aumento de la energía de lactación por cabeza, al que contribuyen simultáneamente el crecimiento de la producción de leche en España y el descenso del número de cabezas de vacuno lechero.

Ganado Ovino

La mayor parte de los parámetros necesarios para el enfoque de nivel 2 en el ovino han sido obtenidos de datos bibliográficos de las distintas razas existentes en España. Para cada una de estas razas se dispone de los datos de base, véase tabla 13 del documento MAPA (2000)[8], y de los porcentajes de presencia de cada una de ellas por provincia, véase tabla 14 del documento MAPA (2000). Combinando estos datos se obtienen los parámetros requeridos para el ovino medio de cada provincia.

El peso de las distintas categorías no está disponible en la bibliografía y se necesita, por tanto, como en el caso del ganado vacuno, de una metodología para su cálculo. Esta metodología se encuentra descrita en el epígrafe 3.4.2 del documento UPV (Junio 2006).

Los coeficientes (Cf_i), usados en el cálculo de la energía de mantenimiento, según el tipo de animal (tabla 4.4 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC) se han adaptado a las categorías de ovino definidas. Análogamente se ha procedido con el parámetro C_a, usando los valores de la tabla 4.5 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. También se han utilizado los valores por defecto que figuran en la tabla 4.6 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC para los parámetros “a” y “b” de la energía de crecimiento.

La producción de leche, la producción de lana y el número de partos se han obtenido de las estadísticas por raza, como se comentó anteriormente.

---

[6] CALCEDO, V. (2004) “Cuotas lácteas y cambio estructural en España”. *Mundo Ganadero,* Jun 2004, vol. XV (167), p. 18-20.

[7] SINEIRO, F. (2003) “La ganadería de vacuno de leche ante la reforma intermedia de la PAC”, en *Libro blanco de la agricultura y el desarrollo cultural.* Jornada temática sobre la agricultura española en el marco de la PAC, Madrid, 6-7 febrero 2003.

[8] *MAPA (2000). Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero, agricultura año 2000,* informe inédito, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2002.

La digestibilidad de la dieta para cada clase de animal se calcula siguiendo la metodología planteada en el epígrafe 3.4.3.8 del documento UPV (Junio 2006). En ella se proponen unos porcentajes de distintos constituyentes en las dietas de las diferentes clases de animales, así como valores de la digestibilidad de cada uno de estos constituyentes, de forma que finalmente se obtiene un valor medio de digestibilidad para la dieta.

Para los Ym se han tomado los valores de la tabla 4.9 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Los animales adultos y los corderos de reposición se consideran que tienen una dieta con menos del 65% de digestibilidad, pero dado que la dieta de los corderos lechales y pascuales (sacrificados a los 30 y 90 días respectivamente) se basa casi en su totalidad en la leche, se ha tomado el valor de la columna "digestibilidad mayor que el 65%" de la tabla 4.9 antes citada.

Ganado Porcino

La extensión de la nueva metodología nacional de estimación de las emisiones hace inviable dar, dentro del marco de este documento, una explicación detallada de la misma. Por tanto, se procederá en este apartado a hacer un resumen de dicha metodología, que en su versión completa puede encontrarse en el documento Zootécnico.

En primer lugar, se han establecido las categorías animales desglosadas a partir de datos del censo y de las encuestas ganaderas. Estas categorías reflejan, según el criterio de los expertos del sector, diferencias relevantes de características productivas y necesidades nutritivas que han sido tenidas en cuenta para el algoritmo de estimación de las emisiones. Partiendo de las características productivas de cada una de las categorías establecidas, se han calculado, mediante ecuaciones contrastadas (Guía 2006 IPCC), las necesidades nutritivas de cada animal. Para transformar las necesidades de energía en materia seca ingerida, los expertos en producción animal del GT GAN-INV han definido unas dietas tipo. Así mismo, para el contenido en proteína bruta y energía de cada ingrediente de las raciones se han empleado datos del documento INRA (1998)[9] y el documento FEDNA (2003)[10]. Finalmente, se ha obtenido la ingesta de materia seca partiendo de la relación entre necesidades energéticas y la energía aportada por los alimentos.

A partir de la materia seca ingerida y de sus características nutricionales y de la cantidad de nitrógeno retenido en el organismo y producciones, se han calculado las excreciones de nitrógeno y de sólidos volátiles, así como la energía bruta y el factor de emisión de metano debido a la fermentación entérica. Para la estimación del nitrógeno retenido por los animales se han aplicado las ecuaciones de FEDNA (2006)[11].

[9] INRA. Alimentación de los animales monogástricos, cerdo, conejo, aves. Mundi-Prensa, 1998

[10] [FEDNA (2003)] Blas, C. de... [et al.] Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para fabricación de piensos compuestos. Fundación Española para el Desarrollo de la Alimentación, 2003

[11] [FEDNA (2006)] Blas, C. de... [et al.] Necesidades nutricionales para ganado porcino: normas FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Alimentación Animal, 2006

6.2.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre de la variable de actividad se cifra en un 3%. En el documento "Encuestas ganaderas 2004" del MAPA[12] se informa del error de muestreo en la realización de las encuestas para cada animal. Estas incertidumbres, con un intervalo de confianza del 95%, son de un 2% para el vacuno (con muestra de 6.000 explotaciones), de un 4% para el ovino y caprino (ambos con muestra de 4.000 explotaciones) y del 4% para el porcino (con muestra de 6.000 explotaciones).

Para los animales a los que se aplica el enfoque de nivel 1 se usan los factores de emisión por defecto de IPCC cuya incertidumbre es, según el Manual Referencia 1996 IPCC (tabla 4-3), de un 20%. Para la cuantificación de la incertidumbre del vacuno y ovino se ha tenido en cuenta que la estimación de las emisiones se realiza usando el enfoque de nivel 2 con parámetros nacionales. Dado que la incertidumbre del factor de emisión por defecto es de un 20% y que para estos animales se usa una metodología nivel 2 con parámetros nacionales se asume que la incertidumbre puede cifrarse en torno al 10%. Para los animales con un enfoque de nivel 3 se toma un 8%, fundado en la esperable disminución de la incertidumbre al aplicar un método más avanzado. Sin embargo, no ha podido contrastarse, todavía, este valor por el método formal de propagación del error teniendo en cuenta los detalles de la metodología, lo que se espera realizar en una futura edición del inventario.

Para las aves las Guías IPCC no dan un factor de emisión por defecto. Dentro de los trabajos llevados a cabo por el GT GAN-INV, se ha desarrollado un procedimiento nacional con enfoque de nivel 3, análogo al del porcino, para la estimación de la energía bruta del animal (EB). Sin embargo, al carecerse de un valor, suficientemente fundado, para el parámetro Ym, no se han podido estimar las emisiones debidas a la fermentación entérica de estos animales. Esta es la causa, por la que en el CRF se ha tenido que asignar la etiqueta NE a las emisiones de esta categoría.

Por lo que respecta a la pauta temporal, la serie se considera coherente al cubrir el conjunto de animales con una representación amplia en el territorio nacional y provenir la información directamente de una publicación anual, con una dilatada trayectoria, del organismo regulador de las explotaciones ganaderas (véase epígrafe 6.2.2, Variables de actividad).

6.2.4.- Control de calidad y verificación

Un procedimiento de control de calidad de relevancia por su repercusión en las emisiones y porque afecta a todas las fuentes clave de agricultura es el del cómputo de los efectivos ganaderos utilizando varias estadísticas ganaderas anuales para un mismo animal. La adopción de la media entre los valores de las distintas estadísticas intra-anuales asegura una mayor aproximación al número de cabezas medio anual, evitando, en parte, posibles variaciones estacionales.

[12] Este documento está disponible digitalmente en:
http://www.mapa.es/estadistica/pags/encuestaganadera/2004-encuesta.pdf

Para los pesos de ganado vacuno se ha recurrido, a falta de estadísticas directas, a una búsqueda bibliográfica para obtener estos valores. Como resultado de este proceso se identificaron múltiples fuentes (y valores) para el peso de cada raza. Tras considerarse que ninguna fuente podía ser primada en exclusiva por su mayor fiabilidad relativa, se decidió tomar la media aritmética de los valores que aparecían en las publicaciones suficientemente contrastadas, con el fin de minimizar la desviación entre el peso tomado para la raza y el valor medio, desconocido (véase para una exposición sobre este punto el Anejo 3 "Pesos razas bovino" del documento UPV (Junio 2006)).

Para las producciones de leche del vacuno se ha aplicado el mismo procedimiento pero, al disponer en este caso de fuentes más recientes y mejor contrastadas, no se han tomado valores medios sino los presentados en esas publicaciones más actualizadas y contrastadas.

En el cálculo de la producción de leche se han efectuado también otros controles de calidad. En un primer momento se pensó en usar la variable de actividad (producción de leche) desagregada por provincia. Pero al analizar los datos obtenidos con esas estadísticas se observó una gran disparidad en la producción de leche por cabeza en la misma raza entre las distintas provincias. Por tanto, se optó por tomar sólo el dato de producción de leche nacional y desagregarlo a partir de una media teórica obtenida con las producciones bibliográficas de cada raza. Tras realizar los cálculos pertinentes, se observó que los resultados obtenidos reflejaban un aumento en la producción de leche por cabeza a lo largo de los años del periodo inventariado. Dado que la práctica totalidad del vacuno lechero en España corresponde a la raza frisona, se contactó con la Confederación de Asociaciones de Frisona de España (CONAFE) para indagar sobre esta mejora del rendimiento lechero. El estudio dio como resultado la verificación de la existencia de la mejora genética, siendo esta un factor determinante en el aumento de la producción de leche.

Para la obtención del porcentaje de grasa contenida en la leche se realizó nuevamente un procedimiento como el usado para la determinación de los pesos de los animales, si bien no fue necesario tomar medias ni dar un criterio de autoridad que ordenara la calidad de las publicaciones (véase tabla 14 de la sección 3.3.3.2 del documento UPV (Junio 2006)), al no existir más de una fuente de información por raza bovina.

Se ha realizado un proceso de verificación de la aplicación del nuevo algoritmo de estimación de las emisiones, para ganado porcino y las aves, de enfoque de nivel 3, proceso consistente en desarrollar en paralelo el cálculo del algoritmo (con la misma información de base) por dos vías independientes de programación: i) vía AED; y ii) vía UPV[13]. En el caso de hallarse discrepancias en los resultados del cálculo por una y otra vía, se inició un proceso común de búsqueda de la causa o causas de las discrepancias, que en definitiva llevó a la identificación de alguno de los siguientes motivos: i) discrepancias en los datos de base con la fuente metodológica; ii) error, en algún caso, en la propia programación; iii) discrepancias en la interpretación de la metodología, tal y como estaba descrita, en los documentos Zootécnicos; y iv) errores en la propia fuente metodológica, que requerían un nuevo planteamiento de la misma. En todos estos casos, se han tomado acciones para

[13] Véase epígrafe 1.2.3 "Arreglos institucionales" para la referencia de AED y UPV.

subsanar las discrepancias y, una vez obtenida una estimación coincidente, se ha dado por verificada la implantación del algoritmo.

6.2.5.- Realización de nuevos cálculos

En las figuras 6.2.4 y 6.2.5 se muestran, respectivamente, las comparaciones en valor absoluto y en diferencia relativa porcentual de las estimaciones de las emisiones entre las ediciones actual y anterior del inventario. Las diferencias existentes entre ambas ediciones son motivadas por la actualización de: la metodología de estimación de las emisiones para el ganado porcino; la revisión de la serie completa de efectivos de ganado equino (caballos, mulas y asnos), en función de la nueva información disponible; la actualización de los datos de producción lechera del ganado vacuno para el año 2007; y, finalmente, la revisión del número de cabezas de ganado ovino para los años 1990, 1992, 1995 y 2004-2006.

Figura 6.2.4.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación eds. 2010 vs. 2009

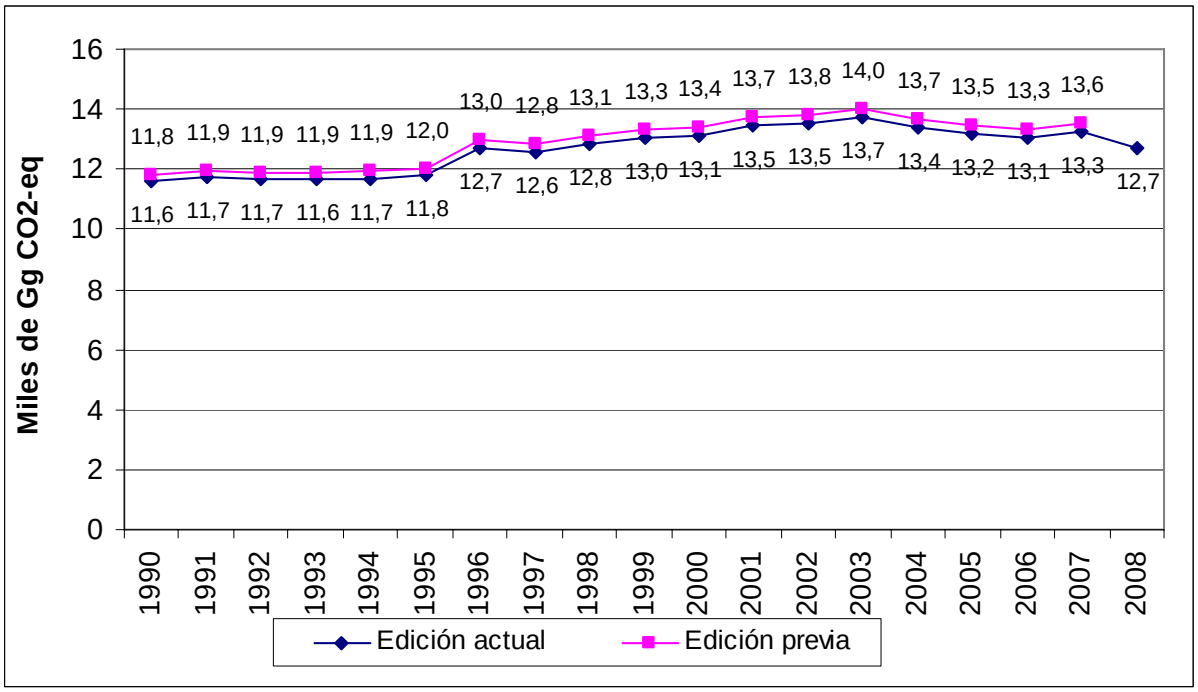
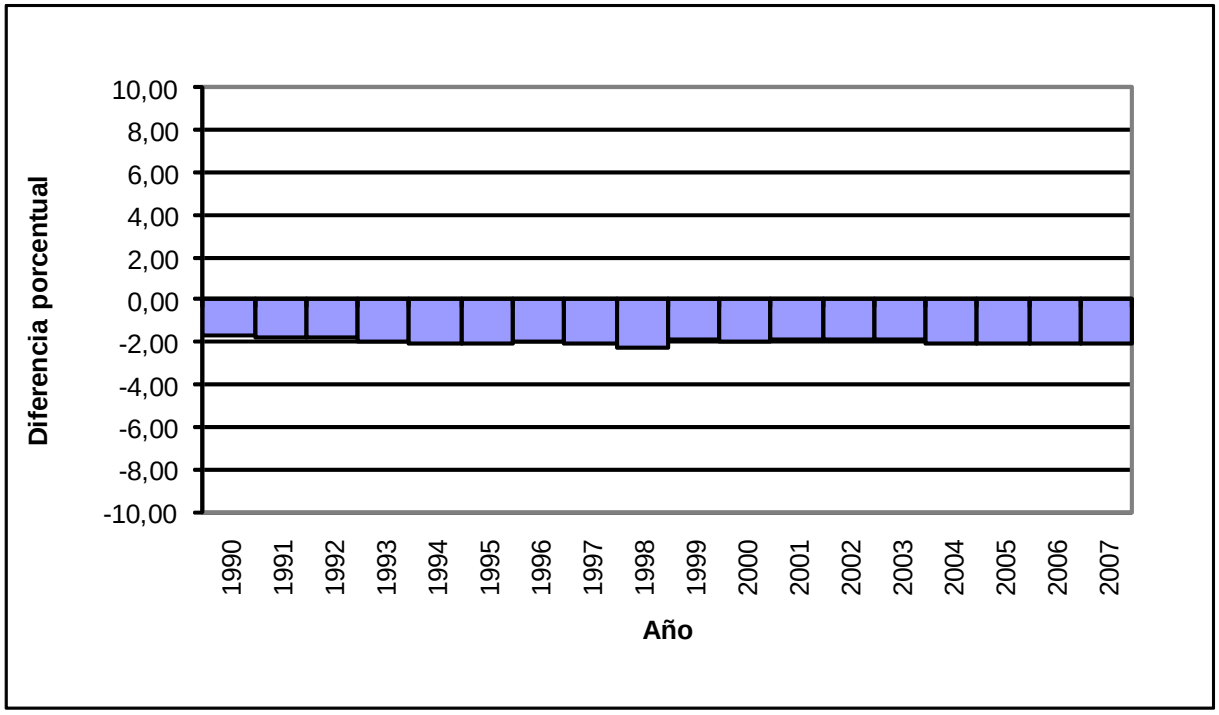


Figura 6.2.5.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual eds. 2010 vs. 2009



6.2.6.- Plan de mejoras

Se está realizando una revisión global de la metodología y actuando para la obtención de los parámetros básicos a través del Grupo de Trabajo sobre Ganadería para el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (GT INV-GAN) del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino con la colaboración de expertos en la materia. Los primeros resultados de esos estudios han sido implementados, en esta edición, para el porcino y las aves. Se espera que los resultados obtenidos para el resto de especies puedan, una vez hayan sido contrastados, ser incorporados en la próxima edición del inventario.

6.3.- Gestión de estiércoles - CH_4 (4B)

6.3.1- Descripción de la actividad emisora

En esta actividad se recogen las emisiones de metano derivadas de los sistemas de gestión de los estiércoles animales. Los estiércoles animales están compuestos principalmente de materia orgánica. Cuando esta materia se descompone en un medio anaeróbico, las bacterias metanogénicas presentes en dicho medio dan lugar a la generación de metano. El factor determinante que afecta al proceso de generación de metano a partir de los estiércoles animales es la proporción del estiércol que se descompone anaeróbicamente y esta proporción depende a su vez del sistema adoptado para la gestión del estiércol. Cuando los estiércoles se tratan como líquidos (lagunaje, tanques, balsas, etc.) tienden a descomponerse anaeróbicamente y a producir cantidades elevadas de metano. Por el contrario, cuando el estiércol se maneja como sólido (pilas) o

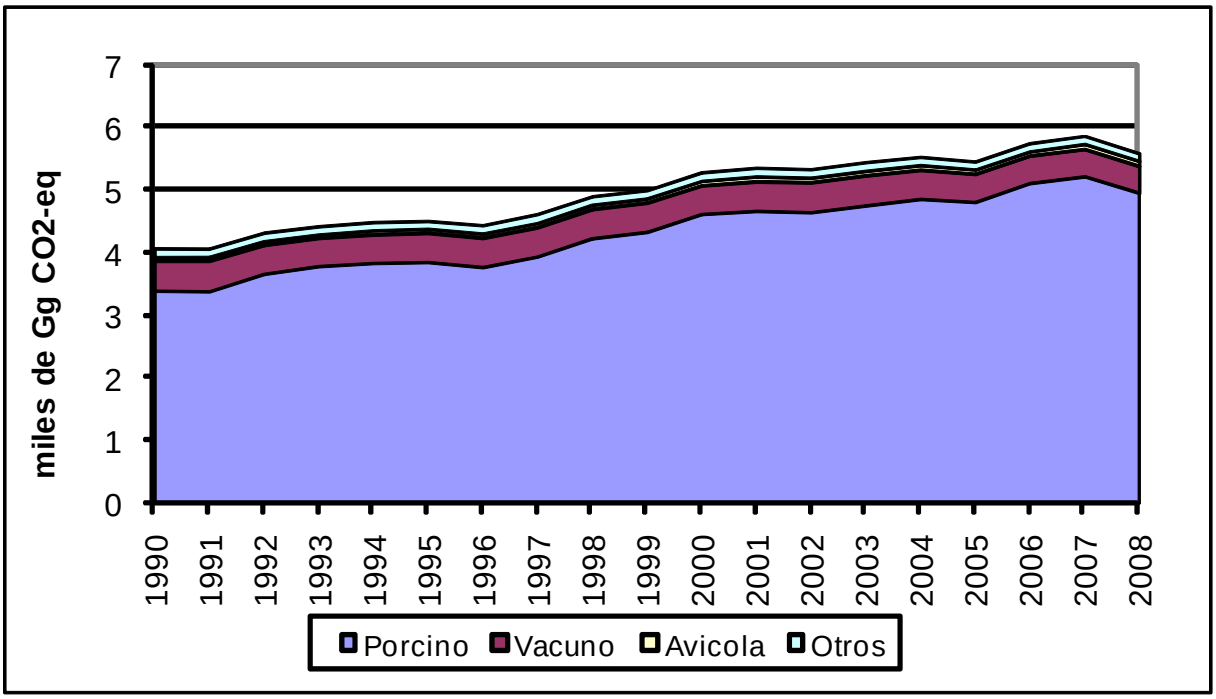
cuando es depositado sobre los pastizales tiende a descomponerse aeróbicamente y la producción de metano es, en este caso, pequeña o casi nula.

Las emisiones de metano procedentes de la gestión de estiércoles, cuya evolución se muestra en la tabla 6.3.1 y en la figura 6.3.1, han experimentado entre 1990 y 2008 un aumento del 37,2%, pasando de 4.072 a 5.588 Gg de CO_2-eq. Las emisiones de esta actividad están dominadas por las del ganado porcino, las cuales experimentan entre dichos años un aumento del 45,6% y constituyen así el factor principal en el incremento de las emisiones globales de esta categoría. Análogamente, experimentan también subidas en sus emisiones, del 51,6%, el vacuno no lechero; las aves (gallinas y pollos), del 34,2%; y del 69,0% las otras aves; pero, debido a su reducida ponderación en la actividad, sus incrementos absolutos resultan ser de 45,8 y 20 Gg de CO_2-eq respectivamente. De manera general, puede decirse que los aumentos de las emisiones están motivados principalmente por el incremento de las respectivas cabañas ganaderas.

Tabla 6.3.1.- Emisiones de CO_2 equivalente *(cifras en Gigagramos)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Porcino	3.406	3.861	4.623	4.864	4.814	5.115	5.223	4.960
Vacuno (lechero y no lechero)	473	460	452	461	445	435	432	423
Avícola y Otros Avícola	53	64	73	75	70	68	82	82
Otros	140	124	137	132	130	132	130	123
Total	4.072	4.509	5.285	5.532	5.458	5.751	5.867	5.588

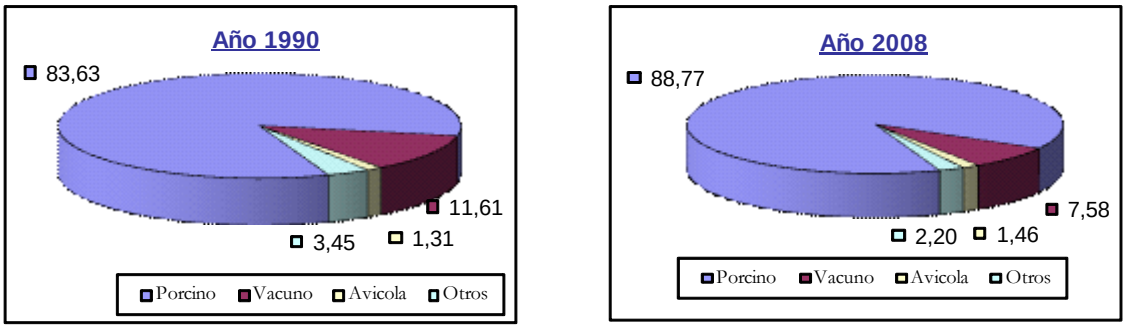
Figura 6.3.1.- Emisiones de CO_2 equivalente



En la figura 6.3.2 puede observarse que el porcino (4B8) resulta dominante sobre el conjunto de fuentes de esta categoría, alcanzando en 1990 y 2008 respectivamente el 83,6% y el 88,8% de las emisiones. De las restantes especies animales cabe destacar el

vacuno (tanto lechero como no lechero) con el 11,6% en el 1990 y el 7,6% en el 2008, y aves (gallinas y pollos) con el 1,3% en 1990 y el 1,5% en 2008, quedando un componente "otros" que desciende del 3,5%, en el año 1990, al 2,2%, en el año 2008.

Figura 6.3.2.- Distribución de las emisiones del grupo 4B (CH_4)



6.3.2.- Aspectos metodológicos

Elección del método

Se han usado tres enfoques metodológicos en esta actividad: el de nivel 3, siguiendo un procedimiento propio nacional, para el porcino y las aves (gallinas y pollos), el de nivel 2 para el vacuno y el de nivel 1 para el resto de animales.

Para la selección del método se ha seguido, para las especies para las que no se dispone de una metodología nacional detallada de nivel 3 (porcino y aves), el criterio de la Figura 4.3 "Árbol de decisiones para la estimación de emisiones de CH_4 procedentes de la gestión de estiércoles" de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Dada la posibilidad de poder asignar valores nacionales a los parámetros MCF (factor de conversión a metano), B_o (capacidad máxima de producción de metano del estiércol) y VS (sólidos volátiles), se optó (para el caso del vacuno) por seguir el criterio del Recuadro 3 de la figura antes citada. Para el resto de animales, dada su menor importancia en las emisiones, se ha optado por aplicar la metodología sencilla de nivel 1.

Para aplicar al caso español tanto el enfoque de nivel 1 como el de nivel 2 se han llevado a cabo ciertas modificaciones y aplicado valores específicos nacionales en determinados parámetros, como se detalla más adelante en el apartado "Algoritmo de estimación de las emisiones".

Variables de actividad

La variable de actividad básica de esta categoría es el número de animales de las distintas cabañas ganaderas. Comparte, por tanto, variable de actividad con la categoría 4A (fermentación entérica). Así pues, para obviar aquí la reiteración de lo expuesto anteriormente para dicha categoría se remite al apartado "Variables de Actividad" de la sección 6.2.2.

Algoritmo de estimación de emisiones

Análogamente al caso de la fermentación entérica, en esta categoría se han seguido las especificaciones de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Para el ganado porcino y las aves (gallinas y pollos) se ha adoptado el enfoque de nivel 3, para el ganado vacuno el enfoque de nivel 2, mientras las restantes categorías animales han sido tratadas con el enfoque de nivel 1. En todo caso conviene resaltar dos peculiaridades metodológicas principales introducidas en este grupo: la suavización de las funciones de MCF y FE propuestas por IPCC y el uso de un sistema de clasificación del N excretado por los animales según sistema de gestión de estiércol que difiere del propuesto por defecto por IPCC, según se comenta más adelante.

Para la estimación del parámetro VS se ha procedido, en el caso del vacuno, a usar la función basada en su energía bruta (GE) que propone IPCC. Para el ganado porcino y las aves, como se expone en la sección 6.2.2, se ha optado por la estimación de los sólidos volátiles a través de las necesidades de energía metabolizable y unas dietas tipo.

Respecto a los sistemas de gestión, aparece recogido en la bibliografía sobre el tema y en la opinión de los expertos que los sistemas usados en España no se corresponden con los dados por defecto de IPCC para Europa occidental. Dada esta especificidad de la realidad española, se procedió a realizar encuestas en las explotaciones ganaderas para el ganado vacuno, el porcino y las aves (gallinas tanto de puesta, como de carne). Sin embargo, sólo se han incluido en la presente edición los resultados de porcino y aves, al no disponerse, a fecha de cierre del inventario, de la nueva metodología para el ganado bovino.

Para el resto de especies, no existen en España ni estadísticas ni bibliografía con datos precisos sobre el porcentaje de uso de cada sistema de tratamiento. Por tanto, se ha optado por basar los valores de uso de los distintos tratamientos en juicios de experto. Para un mayor desarrollo de este punto puede consultarse el epígrafe 5.2.3 del documento UPV (Junio 2006).

Las funciones de MCF y FE para animales nivel 1 que presenta IPCC son escalonadas y dado los problemas que ello generaba en las divisiones administrativas provinciales con temperaturas cercanas a 15ºC se optó por suavizar las funciones (modificación que en comunicación recibida de IGES-IPCC se considera fundada). Este punto está desarrollado en el Anexo 3.2.II. Las temperaturas usadas en estas funciones provienen de datos de las estaciones meteorológicas y sinópticas de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

6.3.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre de la variable de actividad (número de cabezas) se cifra en un 3%. Una explicación de este valor puede encontrarse en el punto 6.2.3.

Para los animales a los que se aplica el enfoque de nivel 1 se usan los factores de emisión por defecto de IPCC, cuya incertidumbre es, según el Manual Referencia 1996 IPCC (tabla 4-3), de un 20%. Para la cuantificación de la incertidumbre del vacuno y ovino se ha tenido en cuenta que la estimación de las emisiones se realiza usando el enfoque de nivel 2 con parámetros nacionales. Dado que la incertidumbre del factor de emisión por defecto es de un 20% y que para estos animales se usa una metodología más avanzada,

con parámetros específicos, se asume que la incertidumbre debe ser menor, cifrándose esta en torno al 10%. No se plantea una reducción mayor de la incertidumbre dado que los datos sobre sistemas de gestión de estiércoles se basan en juicios de experto, al carecer de estadísticas sobre la distribución de aquellos sistemas.

Para el ganado porcino y las aves se ha empleado un método de enfoque de nivel 3, basado en una metodología nacional desarrollada por el GT GAN-INV. Se estima en un 8% su incertidumbre asociada, que se entiende menor que la dada para los procedimientos de enfoque de nivel 2, por la misma razón expuesta en el párrafo precedente[14].

Por lo que respecta a la pauta temporal, la variable de actividad se considera coherente al cubrir el conjunto de animales con una representación muy amplia en todo el territorio nacional y provenir la información directamente de una publicación anual, con una dilatada trayectoria, elaborada por el ministerio sectorial competente, MARM (véase epígrafe 6.2.2, variables de actividad).

6.3.4.- Control de calidad y verificación

Las actividades de control realizadas sobre el número de cabezas por categoría animal que ya han sido comentadas en el epígrafe 6.2.4 tienen la misma implicación en el cálculo de las emisiones de esta categoría clave.

Las restantes actividades de control de calidad recogidas en el epígrafe 6.2.4 (peso, producción de leche y grasa) que se utilizan para la determinación de la energía bruta (GE) requerida por el vacuno tienen la misma implicación en el cálculo de las emisiones de esta categoría.

En el epígrafe 6.2.4 previo, se ha procedido a exponer el proceso de verificación de las emisiones, por doble vía independiente, realizado para la nueva metodología de enfoque de nivel 3 para el ganado porcino y las aves, que es también aplicable a esta actividad.

6.3.5.- Realización de nuevos cálculos

En las figuras 6.3.3 y 6.3.4 se muestran, respectivamente, las comparaciones en valor absoluto y en diferencia relativa porcentual de las estimaciones de las emisiones entre las ediciones actual y anterior del inventario. Las diferencias existentes entre ambas ediciones son motivadas por la actualización de: la metodología de estimación de las emisiones para el porcino y las aves (gallinas y pollos), que incluye nueva información sobre los sistemas de manejo de estiércoles; la serie completa de efectivos de ganado equino (caballos, mulas y asnos), en función de la nueva información disponible; los datos de producción lechera del

[14] El Equipo de Trabajo del Inventario mantiene sus reservas acerca de los valores propuestos para la incertidumbre en la metodología Tier 2 (10%) y Tier 3 (8%) y quedan pendientes de revisar estas propuestas tentativas cuando se pueda completar el ejercicio formal detallado de cálculo de la incertidumbre por el procedimiento de propagación del error. Este cálculo se desarrollará una vez que se haya completado la implantación de la metodología Tier 3 para el conjunto de especies ganaderas y se espera poder informar del mismo en la próxima edición del inventario.

ganado vacuno para el año 2007, que conlleva un cambio en el factor de emisión de metano para dicho año; y, finalmente, el número de cabezas de ganado ovino en los años 1990, 1992, 1995 y 2004-2006, acorde a la nueva información disponible en el Anuario de Estadística Agroalimentaria.

Figura 6.3.3.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación eds. 2010 vs. 2009

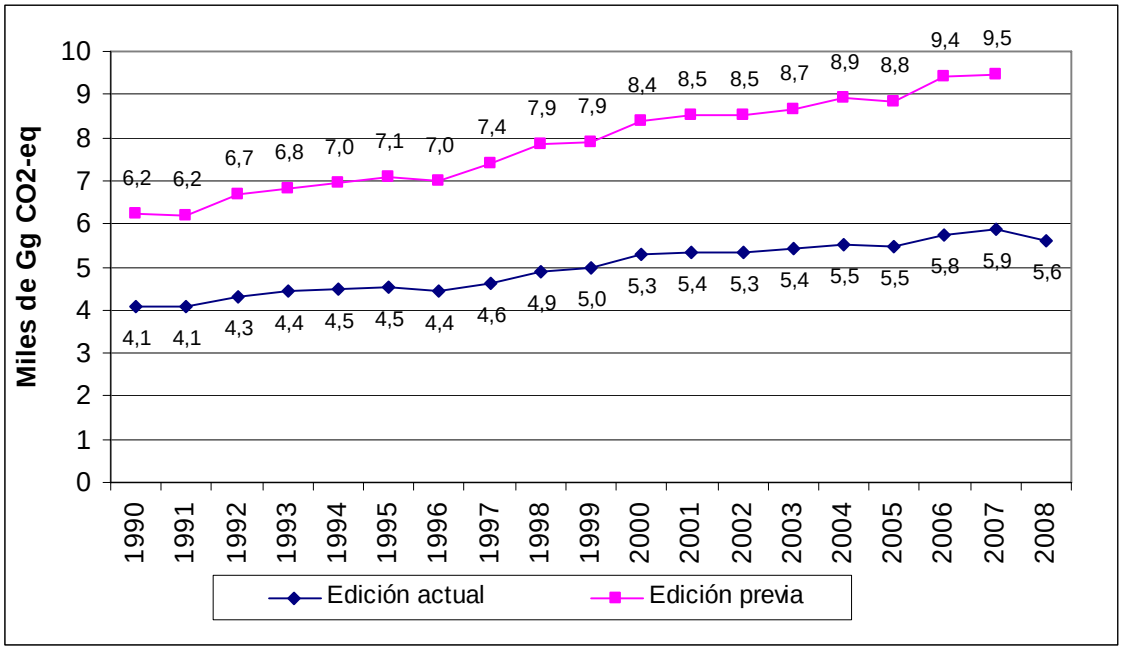
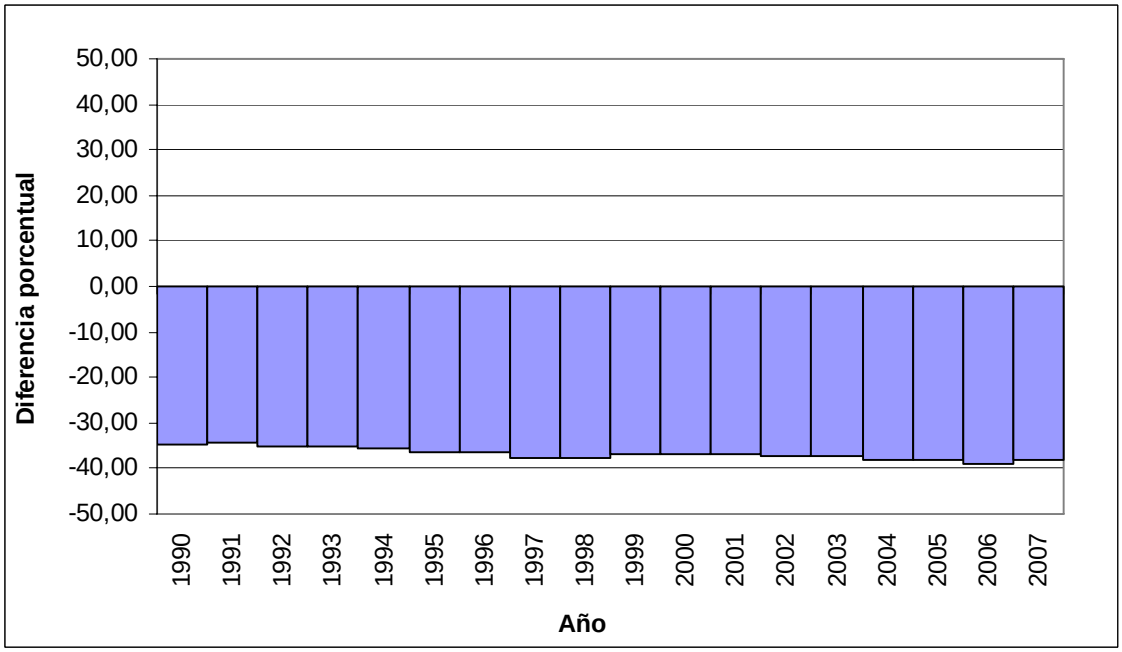


Figura 6.3.4.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual eds. 2010 vs. 2009



6.3.6.- Plan de mejoras

Se están realizando en este momento estudios de campo para poder determinar con mayor base estadística la distribución de los sistemas de manejo de los estiércoles en el caso español, cuyos primeros resultados han sido aplicados ya, en este inventario, para el porcino y las aves y que para las restantes especies se espera poder incluir en la próxima edición del inventario.

6.4.- Suelos agrícolas - N_2O (4D)

6.4.1.- Descripción de la actividad emisora

Se consideran en la presente edición como fuentes clave de suelos agrícolas las actividades 4D1 (emisiones directas), 4D2 (producción animal) y 4D3 (emisiones indirectas). Pese a ser categorías clave por separado, dada la fuerte interrelación entre los subgrupos que forman la actividad 4D y por homogeneidad de criterio con el resto de fuentes clave de agricultura, que son tratadas con dos niveles de profundidad en su clasificación IPCC (i.e. 4.A, 4.B,...), se procederá a englobarlas en un mismo apartado llamado 4D.

Las emisiones de N_2O atribuibles a los suelos agrícolas son esencialmente de origen biogénico y resultan básicamente de los procesos de nitrificación y desnitrificación que tienen lugar en dichos suelos. La nitrificación consiste en la oxidación microbiana-aerobia del ión amonio (NH_4+) a ión nitrato (NO_3-), y la desnitrificación en la reducción microbiana-anaerobia del ión nitrato (NO_3-) a nitrógeno molecular (N_2), generándose en ambos procesos emisiones de óxido nitroso (N_2O) como gas intermedio.

En la mayoría de los casos las emisiones de N_2O se incrementan con el aporte de nitrógeno a los suelos. Este aporte de nitrógeno puede tener lugar por alguna de las vías siguientes:

- Incorporación de fertilizantes químico-sintéticos nitrogenados.
- Incorporación de fertilizantes orgánicos procedentes de los estiércoles animales (abonado y pastoreo).
- Fijación de nitrógeno por ciertas especies de plantas.
- Incorporación de residuos vegetales al suelo.
- Uso de compost y lodos en la agricultura.

Adicionalmente, las emisiones de N_2O de los suelos pueden activarse por el cultivo de suelos orgánicos (histosoles) con gran contenido de nitrógeno, aunque esta vía de inserción de N en el suelo no se da en España, al no existir, según información facilitada por el MARM, cultivos agrícolas en suelos de este tipo.

Las emisiones indirectas de N_2O atribuibles al nitrógeno utilizado en la agricultura se estiman, de acuerdo con la metodología del Manual Referencia 1996 IPCC, Capítulo 4, Sección 5.4, por las rutas siguientes:

- Volatilización a la atmósfera y posterior deposición sobre los suelos y las aguas superficiales de NO_x y NH_3.

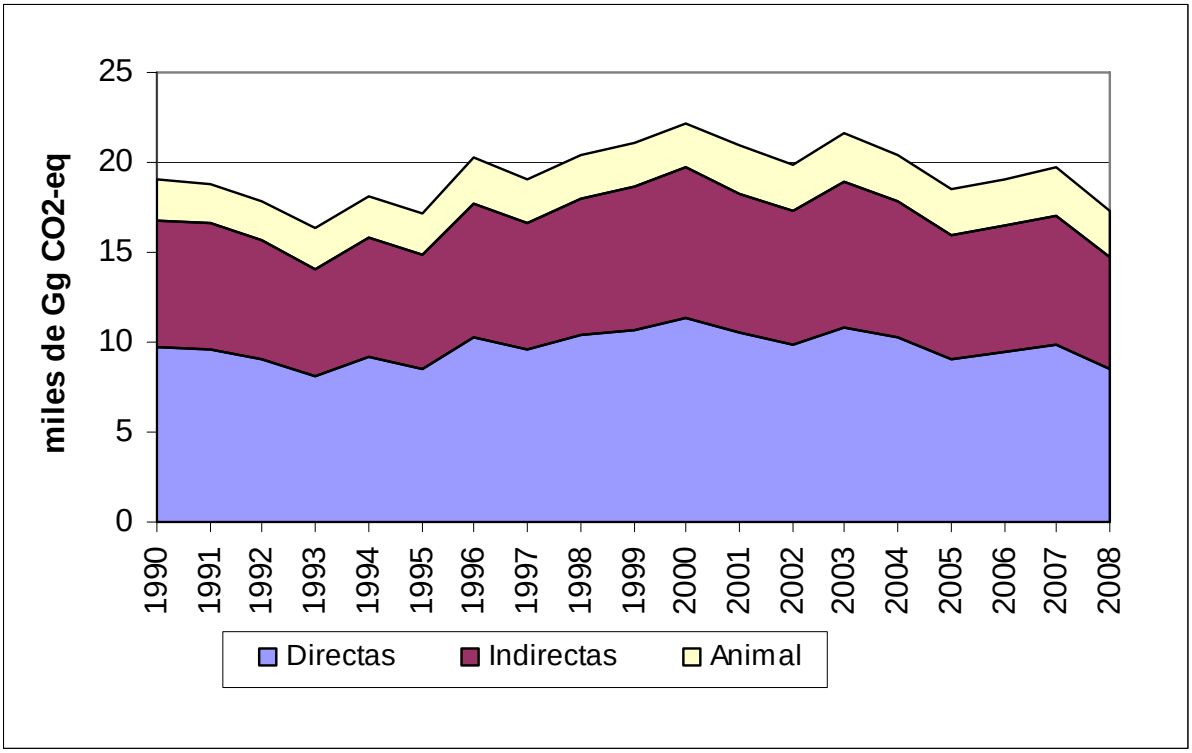
- Lixiviación y Escorrentía del nitrógeno.

Las emisiones de óxido nitroso globales de los suelos agrícolas, cuya evolución se muestra en la tabla 6.4.1 y en la figura 6.4.1, han experimentado entre 1990 y 2008 una disminución del 9,1%, pasando de 19.056 a 17.321 Gg de CO_2-eq. Las emisiones directas (4D1) disminuyen un 12,7% (1.235 Gg de CO_2-eq) y análogamente las emisiones indirectas disminuyen en un 11,0% (776 Gg de CO_2-eq), debido a la disminución de la carga de N en el fertilizante mineral aplicado al suelo. Sin embargo, dentro de las emisiones directas, sólo las provenientes de los fertilizantes minerales registran una disminución valorada en el 31,8% (1.953 Gg de CO_2-eq). El resto de actividades enmarcadas dentro de las emisiones directas experimentan incrementos en sus emisiones, si bien de distinto orden. Este aumento es elevado para los residuos de los cultivos, un 47,3% (269 Gg de CO_2-eq), debido al descenso de la quema en campo abierto y al aumento de la producción del olivar y el viñedo; para los fertilizantes orgánicos, un 19,2% (321 Gg de CO_2-eq); y los lodos, un 243,1% (123 Gg de CO_2-eq). Este importante aumento en las emisiones de los lodos se debe al crecimiento de su variable de actividad por la notoria expansión del volumen de aguas depuradas (y por ende de lodos generados, para los que la agricultura es un destino relevante). Por su parte, el resto de las emisiones directas, la fijación biológica y el uso de compost, muestran ligeros aumentos del 0,4% y 0,6% respectivamente. Las emisiones indirectas (4D3) tienen como base el nitrógeno aportado a los suelos como fertilizante, ya sea este mineral, orgánico o de lodos y compost. Si bien se registra una importante disminución del nitrógeno mineral aportado, pese al efecto combinado que se produce un aumento del aporte de fertilizante orgánico, residuos de cultivos y de pastoreo, las emisiones debidas a la lixiviación y escorrentía disminuyen 12,9%, mientras que las debidas a la deposición atmosférica aumentan en un 3,1%. Finalmente, las emisiones debidas a la producción animal (pastoreo) aumentan un 12,2% (277 Gg de CO_2-eq) debido al aumento de la cabaña ganadera.

Tabla 6.4.1.- Emisiones de CO_2 equivalente *(Cifras en Gigagramos)*

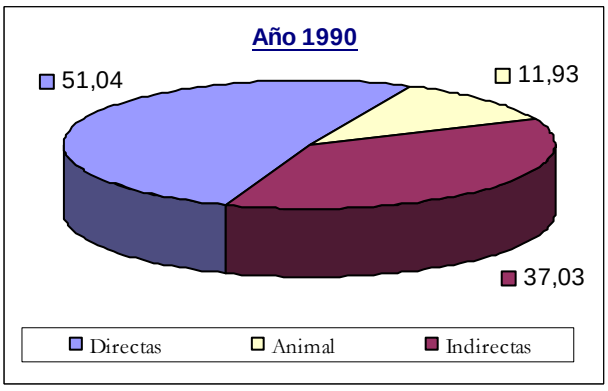
	1990	**1995**	**2000**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Directas	9.727	8.519	11.406	10.223	9.050	9.434	9.827	8.492
Fertilizantes Sintéticos	6.146	5.203	7.246	5.973	5.134	5.360	5.439	4.192
Fertilizantes Orgánicos	1.673	1.757	1.939	2.043	2.024	2.030	2.083	1.995
Fijación Biológica	1.237	1.077	1.246	1.144	1.125	1.140	1.242	1.242
Residuos de Cultivos	569	387	798	852	561	687	838	838
Compost	52	24	41	50	53	50	51	52
Lodos	51	71	136	161	152	168	174	173
Producción Animal	2.273	2.245	2.549	2.598	2.566	2.554	2.619	2.549
Indirectas	7.056	6.411	8.270	7.549	6.905	7.113	7.259	6.280
Deposición Atmosférica	829	763	970	951	884	923	945	855
Lixiviación y Escorrentía	6.227	5.648	7.300	6.598	6.020	6.190	6.314	5.425
Total	19.056	17.176	22.225	20.370	18.521	19.101	19.705	17.321

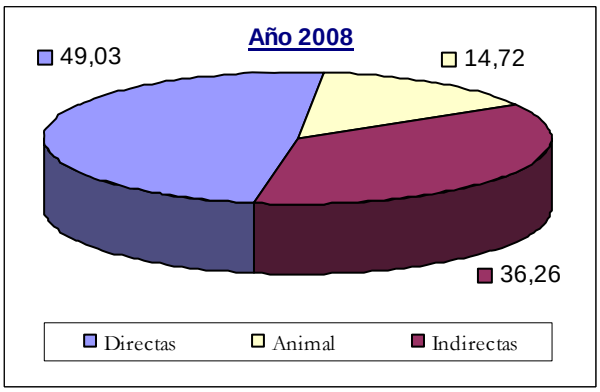
Figura 6.4.1.- Emisiones de CO_2 equivalente



Dentro de esta actividad hay tres fuentes clave: a) emisiones directas (4D1), b) producción animal (4D2) y c) emisiones indirectas (4D3). Tanto en 1990 como en 2008 la principal fuente emisora dentro del 4D es el 4D1 (directas) que supone el 51,0% y el 49,0% de las emisiones respectivamente. Le sigue en importancia el 4D3 (indirectas) con el 37,0% en 1990 y el 36,3% en el año 2008, mientras que el 4D2 (pastoreo) pasa del 11,9% en el 1990 a un 14,7% en el 2008.

Figura 6.4.2.- Distribución de las emisiones del grupo 4D





6.4.2.- Aspectos metodológicos

Elección del método

Para la selección del método se ha seguido el criterio de la Figura 4.7 "Árbol de decisiones para la estimación de emisiones directas de N_2O de los suelos agrícolas" de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. El resultado de este proceso de decisión ha sido la elección de las metodologías de nivel 1a y nivel 1b utilizando parámetros específicos nacionales (Recuadro 3 y Recuadro 5). Una vez estimados los distintos aportes de nitrógeno al suelo (F_{SN}, F_{AM}, F_{BN}, F_{CR}) reseñados en la ecuación 4.20 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, se aplican los correspondientes factores por defecto de emisión de dicha guía, pues para los factores en sí mismos no se dispone de valores alternativos específicos nacionales.

Variables de actividad

Las variables de las diversas actividades encuadradas dentro de la categoría 4D se comentan, a continuación, siguiendo el orden en que se describen en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Para la variable total del nitrógeno en fertilizantes minerales (N_{FERT}), la información procede de estadísticas a nivel nacional que publica el Anuario de Estadística Agroalimentaria[15].

Para los estiércoles animales usados como fertilizantes, la cantidad de nitrógeno aportado al suelo se obtiene calculando el nitrógeno aplicado y substrayendo del mismo las partes volatilizadas, en forma de NO_x y NH_3, antes de su aplicación en el campo. Para una explicación detallada sobre este punto, véase el apartado "Algoritmo de estimación de emisiones" de la sección 6.5.2.

La información sobre las superficies cultivadas se obtiene de las estadísticas a nivel provincial recogidas en la publicación "Anuario de Estadística Agroalimentaria" del MARM.

Producciones agrícolas: Se obtienen por multiplicación de las superficies cultivadas por los rendimientos. Tanto los datos de producciones como de rendimientos se encuentran en las estadísticas que a nivel provincial recoge la publicación "Anuario de Estadística Agroalimentaria" del MARM.

Compost y lodos: Las toneladas usadas en agricultura de lodos de depuradora se obtienen, para los años 1990, 1991 y 1992, por interpolación de los correspondientes a 1989 y 1993 respectivamente de la información que sobre lodos de depuradora elaboró el antiguo MOPT en la publicación "Medio Ambiente en España, 1991" (en lo referente al año 1991) y en el "Estudio sobre tratamiento y eliminación final de los fangos de depuradoras de aguas

[15] En anteriores ediciones, esta información se tomaba del INE, si bien también se encontraba recogida en el Anuario de Estadística Agroalimentaria. Sin embargo, en la actualidad, el INE no aporta información actualizada de esta variable, por lo que se utiliza la información del Anuario.

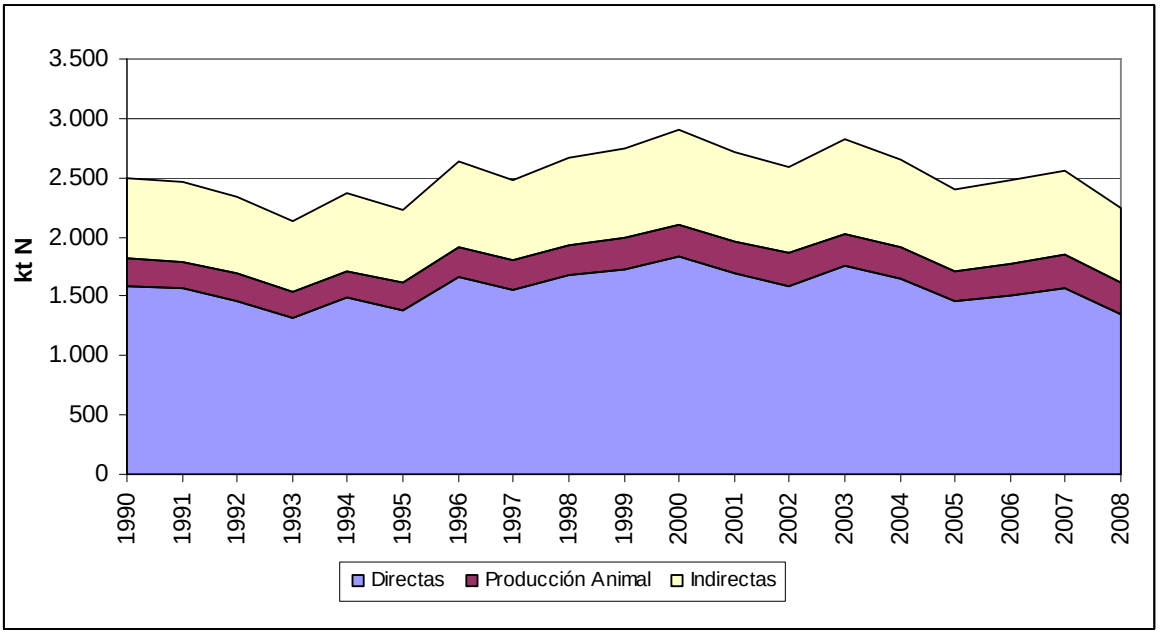
residuales urbanas", realizado por la consultora CADIC, S.A. para la Dirección General de Calidad de las Aguas del MOPTMA, (en lo referente al año 1993). Para el periodo 1997-2008 los datos provienen del "Registro Nacional de Lodos" elaborado por el MARM, y la serie 1994-1996 se ha obtenido mediante interpolación de los correspondientes a 1993 y 1997. Los datos de compost producido, asumiendo que se destina en su totalidad a la agricultura, se toman de la publicación "Medio Ambiente en España" del MARM.

Los datos de superficies y rendimientos (y por tanto producciones) agrícolas se introducen en la base de datos a nivel de cultivo para cada año y provincia. Para la realización del inventario se consideran 104 tipos diferentes de cultivos, algunos de ellos formados por agrupaciones de varios cultivos del mismo tipo. Se usa esta desagregación por cultivo dado que el valor de determinados parámetros utilizados en el algoritmo de cálculo es específico del cultivo.

Tabla 6.4.2.- Aportes de N al suelo *(kt N)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Directas	1.581	1.383	1.844	1.644	1.452	1.514	1.577	1.358
Fert. Sintéticos	1.009	854	1.190	981	843	880	893	688
Fert. Orgánicos	275	289	318	335	332	333	342	328
Fijación Biológica	203	177	205	188	185	187	204	204
Residuos de Cultivos	93	64	131	140	92	113	138	138
Compost	8	4	7	8	9	8	8	9
Lodos	8	12	22	26	25	28	29	28
Producción animal	233	230	262	267	263	262	269	262
Indirectas	682	620	799	739	678	700	714	623
Deposición Atmosférica	170	157	199	195	182	189	194	176
Lixiviación y Escorrentía	511	464	599	544	496	510	521	447
Total	2.495	2.234	2.904	2.650	2.394	2.475	2.560	2.242

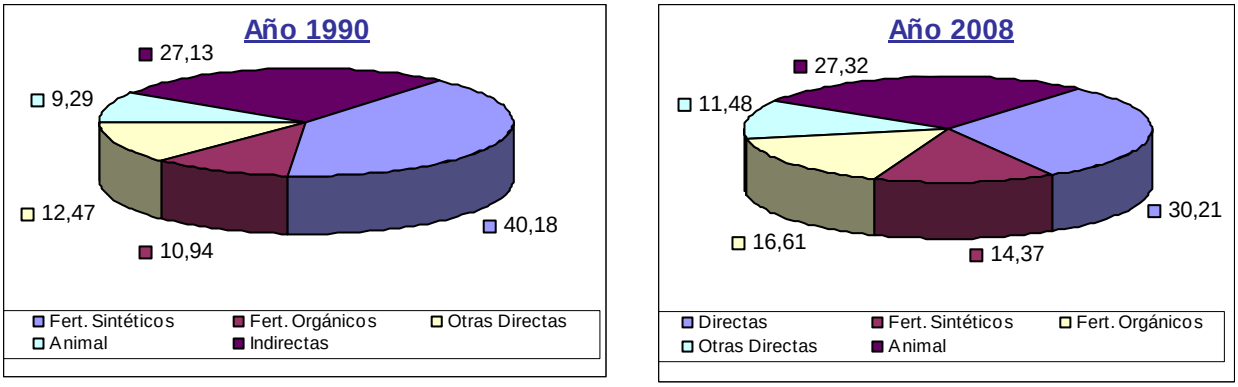
Figura 6.4.3.- Aportes de N al suelo *(kt N)*



En la tabla 6.4.2 aparecen cuantificados en valores absolutos los distintos aportes de nitrógeno a los suelos agrícolas, en la figura 6.4.3 se muestra de manera visual dichos valores y, finalmente, en la figura 6.4.4 se muestran en porcentajes las ponderaciones relativas de los diversos orígenes. Como puede observarse, la contribución principal, dentro de las emisiones directas, corresponde a los fertilizantes sintéticos. Esta contribución presenta variaciones al alza y a la baja a lo largo del periodo inventariado, siendo el valor en 2008 inferior al del año 1990 (un 31,8%). La segunda fuente en importancia la constituyen los estiércoles animales, tanto en su forma de abono aplicado (fertilizantes orgánicos) como la depositada en pastoreo (producción animal). Estos componentes experimentan entre 1990 y 2008 aumentos respectivos del 19,2% y del 12,2% debido al aumento del número de cabezas de la cabaña ganadera y consecuentemente de su excreta. Por el contrario, la fijación biológica mantiene su contribución con un ligero aumento del 0,4% entre el 1990 y el 2008, mientras los residuos de cultivos sufren un importante aumento (47,3%). Los lodos experimentan un fuerte aumento (243,1%), mientras el compost apenas se incrementa en un 0,6%, pero, peso a ello, el conjunto de ambos sigue representando menos del 1% del total de los aportes de nitrógeno a la agricultura.

Las emisiones indirectas dependen de los aportes de nitrógeno y de la volatilización de NH_3 y NO_x que componen el grupo 4D y, por tanto, su disminución se explica por el descenso generalizado de los aportes de nitrógeno del resto de actividades de este grupo.

***Figura 6.4.4.- Distribución de los aportes de N** (%)*



Algoritmo de estimación de emisiones

Como se apuntó anteriormente, para la estimación de las emisiones de este grupo se ha seguido esencialmente la metodología de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. No obstante, si bien para los factores de emisión propiamente dichos se han tomado los valores por defecto propuestos en dicha Guía, para una serie de parámetros utilizados en los algoritmos de estimación de las emisiones se han empleado valores específicos nacionales según se describe a continuación.

Así, el parámetro $Frac_{GASF}$, fracción de N volatilizado como NH_3 y NO_X, es obtenido del cálculo de las emisiones de NH_3 y NO_X realizado en el propio inventario nacional con la metodología EMEP/CORINAIR y, por tanto, no se utiliza para $Frac_{GASF}$ el valor por defecto de IPCC. Ocurre lo mismo con $Frac_{GASM}$, fracción de N volatilizada como NH_3 y NO_X,

obteniéndose este valor del cálculo en el inventario de las emisiones de estos gases. Es importante hacer notar una apreciación sobre el término F_{AM}, cantidad de estiércol animal aplicada intencionadamente en los suelos después de ajustarla teniendo en cuenta la cantidad de N volatilizada en forma de NH_3 y NO_X. En el Inventario español, F_{AM}, N aplicado al suelo disponible para las emisiones de N_2O, se obtiene substrayendo del total de N excretado el volatilizado como N_2O y NH_3 en la gestión de los estiércoles y el NH_3 y NO_X volatilizados después del abonado.

En el punto 6.5.2 "Algoritmo de estimación de emisiones" se expone de manera detallada el procedimiento seguido para el cálculo del N excretado y su asignación a los distintos tipos de gestión de estiércoles.

Para el cálculo del N aportado en la fijación biológica se usan dos metodologías distintas, una específica nacional para el cálculo correspondiente a tierras agrícolas sin cultivo activo (barbechos, praderas naturales,...) y otra con metodología IPCC y parámetros nacionales correspondiente a las tierras con cultivo activo. Para una exposición detallada de la metodología nacional véase el epígrafe 4.1.1.3.b del documento MAPA (2000)[16]. Para los cultivos fijadores de nitrógeno se usa la ecuación 4.26, enfoque de nivel 1b, de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Para los parámetros ($Res_{BF}/Crop_{BF}$, $Frac_{DM}$, y $Frac_{NCRBF}$)[17] que figuran en esa ecuación se han tomado valores obtenidos de la bibliografía específica nacional o por defecto de IPCC. En el Anexo 3.2.III se muestra una relación con los valores de estos parámetros para los distintos cultivos considerados en el Inventario.

El N contenido en los residuos de cultivos retornados al o retenidos por el suelo se calcula usando la ecuación 4.29 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, asumiendo un valor de cero para los parámetros $Frac_{FUEL-CR}$, $Frac_{CNST-CR}$ y $Frac_{FOD}$ (fracción de residuo usado como combustible, usado para construcción y usado como forraje), dado que no tienen lugar en España tales usos de los residuos. En el Anexo 3.2.III se muestra una lista con los valores utilizados de $Res_O/Crop_O$, $Frac_{DM}$, y $Frac_{NCRO}$. Los valores de $Frac_{BURN}$, fracción de residuo quemado, se obtienen de las distintas reglamentaciones sobre quema, presentándose en el Anexo 3.2.IV la correspondiente lista de valores.

Las emisiones de producción animal (pastoreo) se calculan según la ecuación 4.18 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Para una exposición más detallada de la metodología véase el apartado 6.5.2 ("Algoritmo de estimación de emisiones").

La ecuación 4.32 (enfoque de nivel 1b) de la Guía Buenas Prácticas de IPCC es la utilizada para el cálculo del N contenido en la deposición atmosférica. Dentro de los aportes de N se incluyen tanto los lodos como el compost aplicados en la agricultura. Como se expuso en puntos anteriores, no se usan los valores por defecto de IPCC para $Frac_{GASF}$ y $Frac_{GASM}$, dado que en el Inventario se calculan las emisiones de NH_3 y NO_X, por tanto los valores de estos parámetros se obtienen directamente del Inventario.

---

[16] En este documento las tierras agrícolas sin cultivo activo son llamados "aprovechamientos". La metodología usada es sólo la referida a estos "aprovechamientos", no la propuesta para los cultivos herbáceos.

[17] $Res_{BF}/Crop_{BF}$, tasa residuo cultivo; $Frac_{DM}$, fracción de materia seca; y $Frac_{NCRBF}$, fracción de N en la planta.

Para la lixiviación y escorrentía se usa la ecuación 4.36 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, incluyéndose, como en el caso anterior, los aportes de lodos y compost. El parámetro $Frac_{LEACH}$ se toma por defecto de IPCC.

Para el cálculo del N contenido en lodos y compost se ha usado una metodología nacional a falta de referencias en IPCC. Para los lodos se asumen las especificaciones del "Manual de buenas prácticas agrarias" del MAPA (BOE, 1999). Para el contenido de nitrógeno del compost se ha tomado el valor del 1,3% basado en el "Manual del código de buenas prácticas agrarias" de la Generalitat de Catalunya (2000).

Los factores de emisión usados en el cálculo de las emisiones son los valores por defecto recogidos en la tabla 4.17 y 4.18 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

6.4.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre de la variable de actividad depende de la fuente de aporte de N. La incertidumbre de la fertilización mineral se cifra en un 5%, al disponerse de datos directos de consumo procedentes de una estadística sectorial de cobertura nacional. A la fertilización orgánica y la producción animal se les asigna una incertidumbre del 15%, basada en la fiabilidad de los datos de excreción de N (obtenidos por balances alimentarios) y la adopción de sistemas de gestión nacionales, por juicio de experto o estadísticas directas, más acordes para el caso español que los aportados por IPCC. La fijación biológica se basa en las estadísticas nacionales de producciones y en los parámetros obtenidos de una revisión bibliográfica, estimándose su incertidumbre en un 30%. La estimación de los residuos de cultivos también se basa en estadísticas de producción, características fisiológicas de la planta y en la fracción quemada, estimándose globalmente una incertidumbre del 40%. Finalmente, para los lodos y compost se asume una incertidumbre, en torno al 35%, motivada principalmente por la menor precisión de los datos de producción y de los contenidos de N de estas producciones.

La variable de actividad de la deposición atmosférica es el N volatilizado como NH_3 y NO_X y su incertidumbre viene determinada por la metodología EMEP/CORINAIR usada en el cálculo de las emisiones de NH_3 y NO_X. De acuerdo con los valores de incertidumbre aportados por esta metodología, se estima su incertidumbre en un 40%. La lixiviación y escorrentía posee una incertidumbre estimada del 200%, esta incertidumbre está motivada por el parámetro $Frac_{LEACH}$ con valor central 0,3, pero rango de valores 0,1 a 0,8, según la información del Manual Referencia 1996 IPCC (pg. 4.106).

Los factores de emisión usados son los aportados por IPCC. Para las emisiones directas de los suelos la incertidumbre se cifra en un 400%, tomando como referencia el epígrafe 4.7.1.6 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, donde se indica un coeficiente de 5 para el rango de la incertidumbre. Para las emisiones indirectas se ha tomado un 50% (epígrafe 4.8.1.6 de la misma Guía). Para la producción animal (pastoreo) se asume un factor de 2 (-50% a +100%) según figura en la tabla 4.12 de dicha Guía.

Por lo que respecta a la pauta temporal, las series se consideran en general coherentes al cubrir el mismo conjunto de cultivos, animales y fertilizantes minerales, siendo las fuentes de las que provienen los datos las mismas para toda la serie inventariada. Como matización a este punto, debe indicarse que, para los lodos, ha debido realizarse

interpolación de datos, entre 1989 y 1993 y entre 1993 y 1997 para cubrir el conjunto del periodo inventariado 1990-2008.

6.4.4.- Control de calidad y verificación

Se ha realizado, como se explica en el punto 6.4.2, una revisión bibliográfica de los parámetros materia seca, tasa residuo/cultivo, fracción de carbono y fracción de nitrógeno. Durante el proceso de revisión se efectuó una asignación de etiquetas de calidad a cada uno de los parámetros para poder discriminar la calidad de las fuentes de información. Finalmente, se seleccionaron, para su introducción en el algoritmo de estimación de emisiones, los datos de las fuentes con mejor posición de sus etiquetas de calidad.

Dada la gran importancia del dato de consumo de fertilizantes minerales, se han contrastado los valores de diversas fuentes como el INE, los Anuarios del MARM y la Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes (ANFFE). Finalmente se optó por tomar el dato del Anuario de Estadística Agroalimentaria, que recoge la información disponible más actualizada.

6.4.5.- Realización de nuevos cálculos

No ha habido variación en los factores de emisión usados, que siguen siendo los dados por defecto por la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Por tanto, toda la variación se debe a los aportes de N a los suelos.

El primer recálculo se debe a la actualización de los datos de superficies y rendimientos de los cultivos del año 2007, acorde a la nueva información suministrada por el Anuario de Estadística Agroalimentaria del MARM.

Así mismo, se ha procedido a actualizar la variable de actividad consumo de fertilizantes minerales, para los años 1999-2000 y 2003-2007, con la nueva información disponible en el Anuario de Estadística Agroalimentaria.

En tercer lugar, debido a la revisión metodológica realizada para la estimación del N excretado y los sistemas de manejo de estiércoles (véase apartado 6.5.- Gestión de estiércoles - N_2O (4B)), se ha producido una fuerte variación en los valores de N presente en las actividades “fertilizantes orgánicos” y “producción animal”. Consecuentemente, sus emisiones han sufrido una variación para el conjunto de años de la serie inventariada. Adicionalmente, siguiendo la recomendación del ERT, se ha corregido el error detectado, para las emisiones debidas al pastoreo, en el factor de conversión de N_2O-N a N_2O.

Finalmente, las emisiones de compost han sufrido una revisión para el año 2007, debido a nueva información disponible en la variable de actividad.

Cabe resaltar que, siguiendo la recomendación del ERT, se ha informado de las emisiones de lodos y compost en la actividad otras emisiones directas (4.D.1.6), en vez de en la actividad otros suelos agrícolas (4.D.4) como venía realizándose con anterioridad. Esta modificación no supone un cambio en las emisiones de suelos agrícolas (4.D), pero sí de su distribución interna.

Figura 6.4.5.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación eds. 2010 vs. 2009

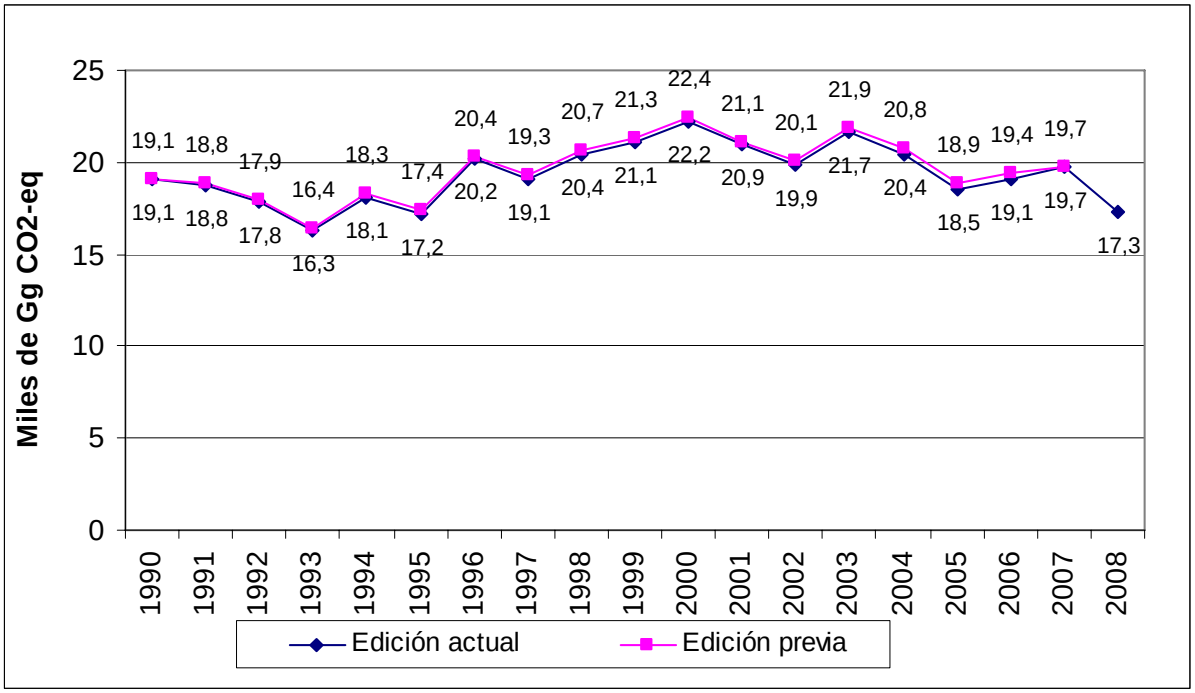
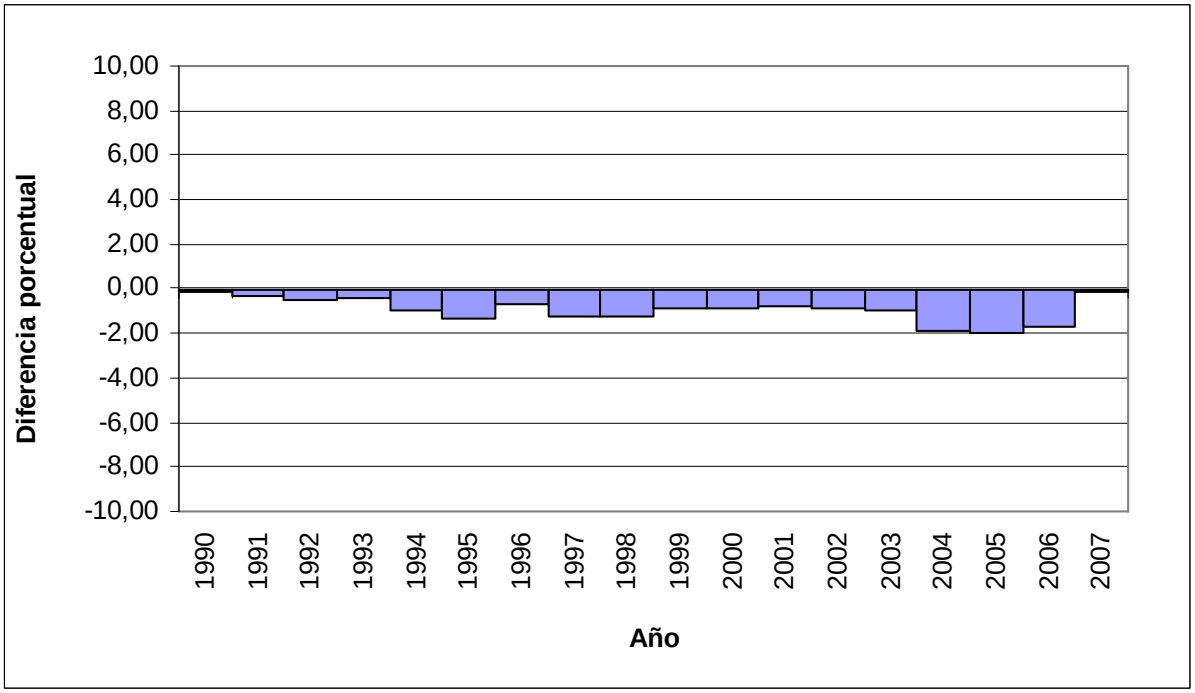


Figura 6.4.6.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual eds. 2010 vs. 2009



6.4.6.- Plan de mejoras

Se está realizando una revisión global de la metodología y actuando para la obtención de los parámetros básicos a través del Grupo de Trabajo sobre Agricultura para el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (GT INV-AG) del MARM con la colaboración de expertos en la materia. Los resultados de esos estudios podrán, una vez hayan sido contrastados, ser incorporados a la información de base de este sector del inventario, lo que se espera llevar a cabo en la próxima edición del inventario.

6.5.- Gestión de estiércoles - N_2O (4B)

6.5.1.- Descripción de la actividad emisora

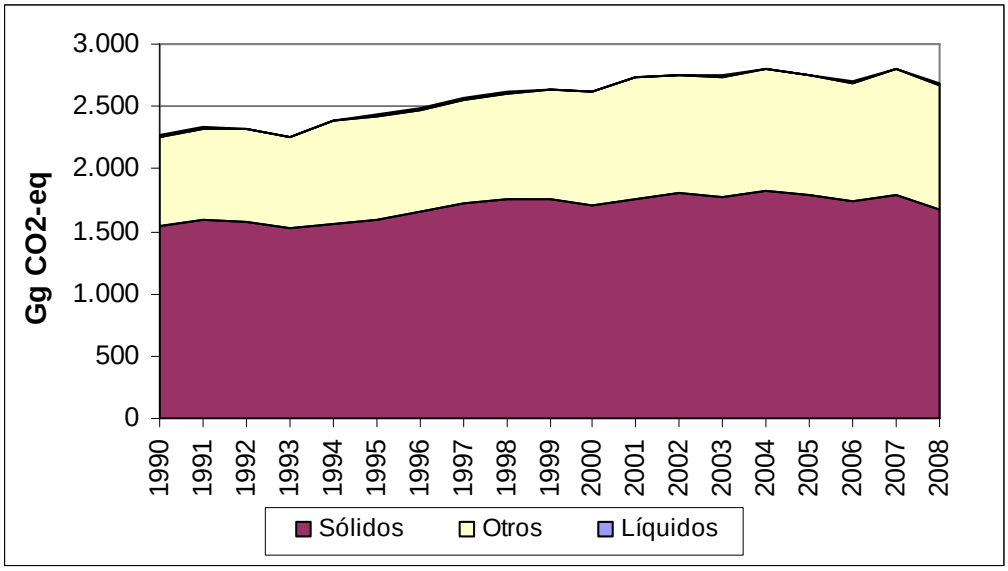
La proporción de nitrógeno excretada por los animales, bien sea en las heces o en la orina, depende del tipo de animal, de la materia seca ingerida y de la concentración del nitrógeno en su dieta. El nitrógeno que se retiene tanto en el crecimiento como en los productos del animal (leche, lana, huevos, etc.) varía generalmente entre el 10% y el 30% del nitrógeno total ingerido, siendo la fracción restante la que se expulsa en las heces o en la orina. En los sistemas de producción animal con un alto contenido de nitrógeno en su dieta más de la mitad del nitrógeno expulsado sale en la orina. La mayoría del nitrógeno excretado en las heces es nitrógeno orgánico aunque existen pequeñas fracciones de nitrógeno mineral. El nitrógeno orgánico presente en las heces debe ser mineralizado a NH_3/NH_4+ antes de poder ser atacado por los nitrificadores y desnitrificadores y generar óxido nitroso (N_2O). El proceso intermedio de mineralización a NH_3/NH_4+ suele ser rápido, provocando un incremento de estos dos compuestos en la fase de almacenamiento de los estiércoles. La concentración de nitrógeno en la orina varía ampliamente en función del nitrógeno contenido en la dieta y del consumo de agua. Más de un 70% del nitrógeno de la orina está presente en forma de urea, componiéndose el porcentaje restante de aminoácidos y péptidos. Las excreciones de las especies avícolas contienen, sin embargo, ácido úrico como compuesto dominante. La hidrólisis de la urea y del ácido úrico en los vertidos de la orina a NH_3/NH_4+ es bastante rápida, tanto en los sistemas de pastoreo como en los estabulados. La producción de N_2O durante el tratamiento y gestión de los estiércoles animales puede ocurrir por una vía combinada de nitrificación y desnitrificación del nitrógeno amoniacal contenido en las heces y en la orina. La cantidad emitida depende del sistema y de la duración del periodo de gestión de los estiércoles.

Las emisiones de óxido nitroso procedentes de la gestión de estiércoles, cuya evolución se muestra en la tabla 6.5.1 y en la figura 6.5.1, han experimentado entre 1990 y 2008 un aumento del 17,9% pasando de 2.270 Gg a 2.677 Gg de CO_2-eq. El incremento de las emisiones de ambos sistemas (sólidos y líquidos) se debe al aumento de la cabaña ganadera en el periodo inventariado.

Tabla 6.5.1.- Emisiones de CO_2 equivalente (Cifras en Gigagramos)

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Sistemas Líquidos	8	7	6	6	6	5	5	5
Sistemas Sólidos	1.537	1.585	1.712	1.819	1.782	1.739	1.796	1.676
Otros	725	840	906	976	966	952	1.001	996
Total	2.270	2.432	2.624	2.800	2.754	2.696	2.802	2.677

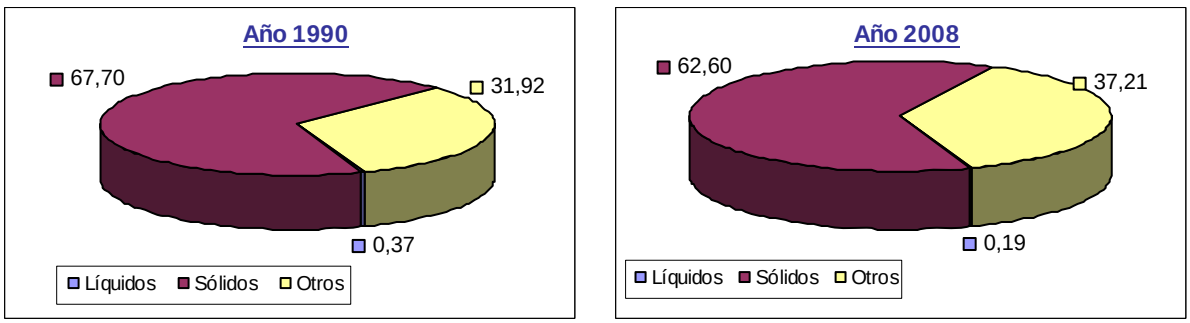
Figura 6.5.1.- Emisiones de CO_2 equivalente



De los tres sistemas de tratamiento considerados, sistemas líquidos, sistemas sólidos y otros sistemas de manejo, son estos dos últimos los absolutamente dominantes en las emisiones. Cabe resaltar que, bajo el epígrafe "otros sistemas de manejo", se han integrado, como se explicó anteriormente en el apartado 6.3.2, la práctica totalidad de los estiércoles de porcino y aves (gallinas y pollos). Los estiércoles, en España, sufren un conjunto de procesos concatenados que hacen imposible su asociación a ningún grupo de sistemas de manejo de los considerados por IPCC. A raíz de esta problemática, el equipo del Inventario decidió su inclusión en la categoría IPCC "Otros sistemas de manejo".

Como se observa en la figura 6.5.2, la contribución de los sistemas sólidos experimenta un retroceso, pasando del 67,7% en el año 1990 al 62,6% en el año 2008. En el caso de los "otros sistemas de manejo", pasan del 31,9% en el año 1990 al 37,2% en el año 2008, mientras el peso de los sistemas líquidos no alcanza el 0,5% a lo largo de la serie inventariada. En España no se considera significativa en esta actividad la contribución de tratamientos basados en lagunaje anaeróbico. No obstante, con ello no quiere significarse que no haya en España otros tipos de tratamientos, sino más bien que, en casos como el pastoreo o la aplicación diaria, su contribución se recoge en el grupo 4D.

Figura 6.5.2.- Distribución de las emisiones del grupo 4B (N_2O)



6.5.2.- Aspectos metodológicos

Elección del método

Para el cálculo de las emisiones de N_2O debidas al tratamiento de los estiércoles se ha seguido la metodología por defecto de la ecuación 4.18 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Se han usado valores específicos nacionales para los parámetros contenidos en la ecuación 4.18 antes citada. Esto ha venido motivado por las particularidades existentes en la gestión de estiércoles en el caso español, que revelaban como poco representativo el uso de los valores por defecto de IPCC de la distribución de los sistemas de manejo de los estiércoles, y por la disponibilidad de estudios sobre el N excretado para las distintas categorías de animales.

Variables de actividad

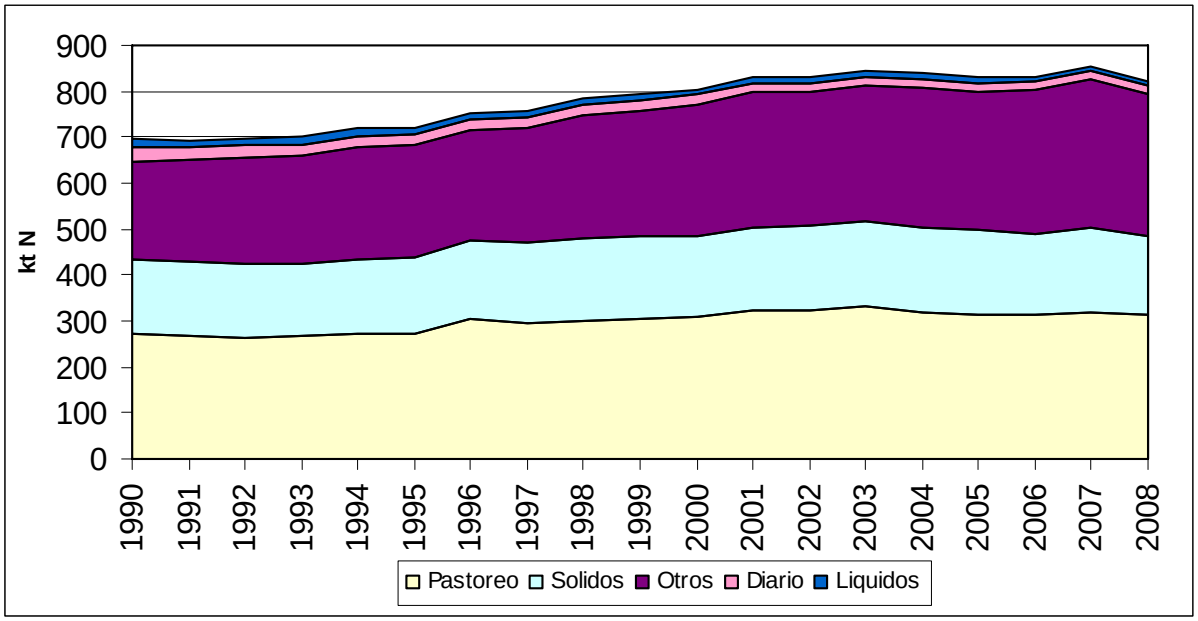
La variable de actividad básica de esta actividad es el contenido de N tratado por cada sistema de gestión de estiércol. Para la estimación de este contenido de N son necesarias tres variables: el número de animales, el N excretado por cabeza y el porcentaje del N tratado en cada sistema de gestión.

El número de animales de las distintas cabañas ganaderas está compartido como variable de actividad con la actividad 4A (fermentación entérica). Así pues, para una exposición detallada de este punto se remite al apartado “variables de actividad” de la sección 6.2.2.

Una explicación sobre las otras dos variables se encuentra en el apartado siguiente “algoritmo de estimación de emisiones”.

Para una mejor visualización de la evolución del N tratado por sistema de gestión de estiércol se incluye la siguiente figura 6.5.3.

Figura 6.5.3.- N excretado por sistema de gestión



Algoritmo de estimación de emisiones

Como se apuntó más arriba, para la estimación de las emisiones de este grupo, se ha seguido esencialmente la metodología de la ecuación 4.18 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. No obstante, si bien para los factores de emisión propiamente dichos se han tomado los valores por defecto propuestos en dicha Guía, para una serie de parámetros utilizados en la ecuación se han empleado valores específicos nacionales según se describe a continuación.

Para el porcino y las aves, la metodología empleada para la estimación del estiércol excretado, así como de los sistemas de gestión usados, puede verse en los apartados 6.2 y 6.3, donde se ha incluido una explicación de la nueva metodología nacional con enfoque de nivel 3.

En el epígrafe 5.2.2 del documento UPV (Junio 2006) se incluye una tabla con el nitrógeno excretado por año por cada categoría animal. Para el caso del ganado vacuno, ovino y otras aves los datos son obtenidos a través de sendos balances del nitrógeno (véase anejo 9 del documento UPV (Junio 2006)). No se dispone de datos nacionales para el ganado caprino y equino (caballos, mulas y asnos). Se ha decidido por tanto usar los valores por defecto aportados en la tabla 4.20 del Manual Referencia 1996 IPCC para estos animales, seleccionados de la columna de *Oriente Próximo y Mediterráneo* y aplicando el factor de ajuste para animales jóvenes de la tabla 4.14 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, asimilando el caso del ganado caprino al del ovino.

Aparece recogido en la bibliografía sobre el tema y en la opinión de los expertos que los sistemas usados en España no se corresponden con los dados por defecto por IPCC para Europa occidental. Como se comentó en el punto 6.3.2 con respecto a los sistemas de gestión de estiércoles, no existen en España ni estadísticas ni bibliografía con datos

precisos sobre el porcentaje de uso de cada sistema de gestión, salvo para el ganado porcino y para las aves. Por tanto, para el resto de animales, se ha optado por basar los valores de uso de los distintos sistemas de tratamiento en juicios de experto. Para un mayor desarrollo de este punto ver el epígrafe 5.2.3 del documento UPV (Junio 2006).

Los factores de emisión usados son los valores por defecto aportados en la tabla 4.12 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

6.5.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

Son varios los elementos que contribuyen a la determinación de la incertidumbre de la variable de actividad final, que es la cantidad de nitrógeno tratada según sistema de gestión de los estiércoles. En primer lugar, la incertidumbre asociada a la determinación de las cabezas de cada categoría animal, y cuya estimación se sitúa en torno al 3% según se documenta en el punto 6.2.3. En segundo lugar, la incertidumbre sobre la cantidad de nitrógeno contenida en la excreta de cada categoría animal, a la que, por venir derivada de cálculos basados en su balance de nitrógeno, se le atribuye una incertidumbre no mayor del 5%, siendo de un 3% para los animales con enfoque de nivel 3. Finalmente, para los animales en los que se basa en juicios de experto, el error imputable a la distribución del nitrógeno tratado según sistema de gestión es el elemento con mayor incertidumbre, pudiendo ésta estimarse en torno al 15%. Para el porcino y las aves, que cuentan con estadísticas propias referentes al uso de los diferentes sistemas de gestión de estiércol, se ha adoptado un criterio conservador y se estima, análogamente al resto de animales, la incertidumbre en un 15%. Así pues, la incertidumbre combinada para la variable de actividad final puede situarse ligeramente por encima del 15%.

Para la incertidumbre del factor de emisión se asume un factor de 2 (-50% a +100%) según figura en la tabla 4.12 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Por lo que respecta a la pauta temporal, la variable de actividad se considera coherente al cubrir el conjunto de animales con una representación muy amplia en todo el conjunto del territorio nacional y provenir la información directamente de una publicación anual, con una dilatada trayectoria, elaborada por el ministerio sectorial competente, MARM (véase epígrafe 6.2.2, variables de actividad). Los valores de excreción de N y los porcentajes de uso de los sistemas de gestión se consideran asimismo representativos para el conjunto del periodo inventariado.

6.5.4.- Control de calidad y verificación

Las actividades de control realizadas sobre el número de cabezas por categoría animal que ya han sido comentadas en el epígrafe 6.2.4 debe entenderse tienen la misma implicación en el cálculo de las emisiones de esta categoría clave.

En el epígrafe 6.2.4 previo, se ha procedido a exponer el proceso de verificación de las emisiones, por doble vía independiente, realizado para la nueva metodología de enfoque de nivel 3 para el ganado porcino y las aves, que es también aplicable a esta actividad.

6.5.5.- Realización de nuevos cálculos

En las figuras 6.5.4 y 6.5.5 se muestran, respectivamente, las comparaciones en valor absoluto y en diferencia relativa porcentual de las estimaciones de las emisiones entre las ediciones actual y anterior del inventario. Las diferencias existentes entre ambas ediciones son motivadas por la actualización de: la metodología de estimación de las emisiones para el porcino y las aves (gallina y pollos) , que incluye nueva información sobre los sistemas de manejo de estiércoles; la serie completa de efectivos de ganado equino (caballos, mulas y asnos), en función de la nueva información disponible; y, finalmente, el número de cabezas de ganado ovino en los años 1990, 1992, 1995 y 2004-2006, acorde a la nueva información disponible en el Anuario de Estadística Agroalimentaria.

Figura 6.5.4.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación eds. 2010 vs. 2009

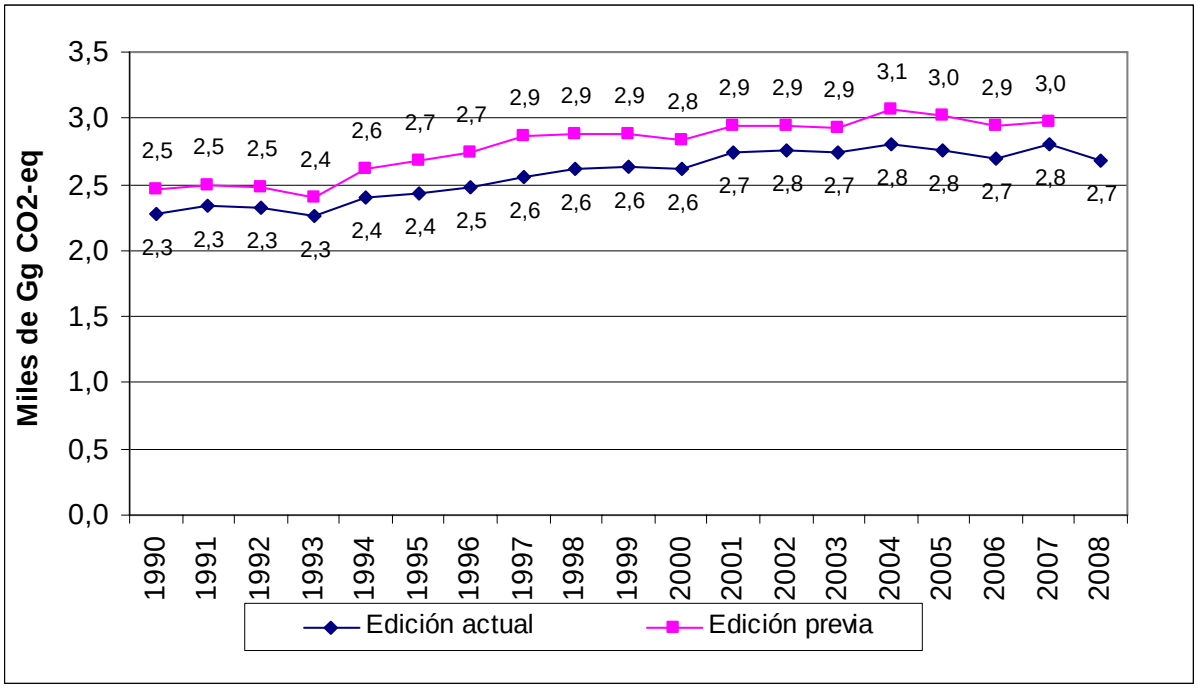
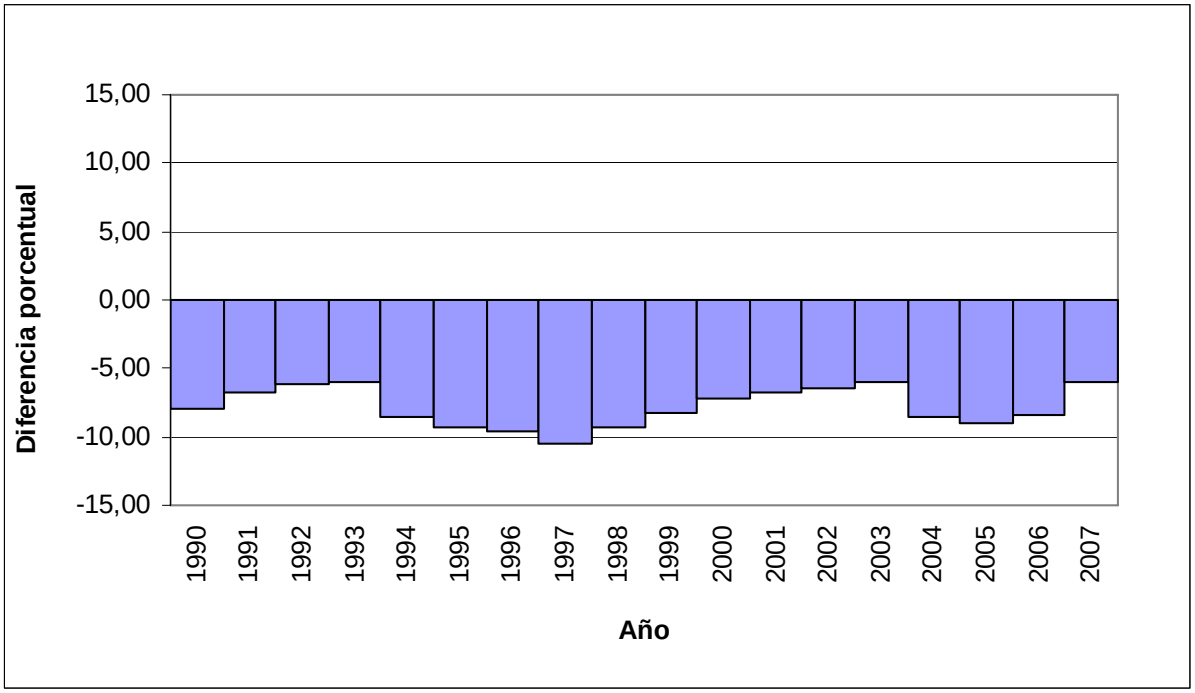


Figura 6.5.5.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual eds 2009 vs. 2008



6.5.6.- Plan de mejoras

Se están realizando en este momento estudios de campo para poder determinar con mayor base estadística la distribución de los sistemas de manejo de los estiércoles en el caso español, cuyos primeros resultados han sido aplicados ya, en este inventario, para el porcino y las aves, y que para las restantes especies ganaderas se espera poder informar en la próxima edición del inventario.

6.6.- Otras fuentes clave

6.6.1.- Descripción de la actividad emisora

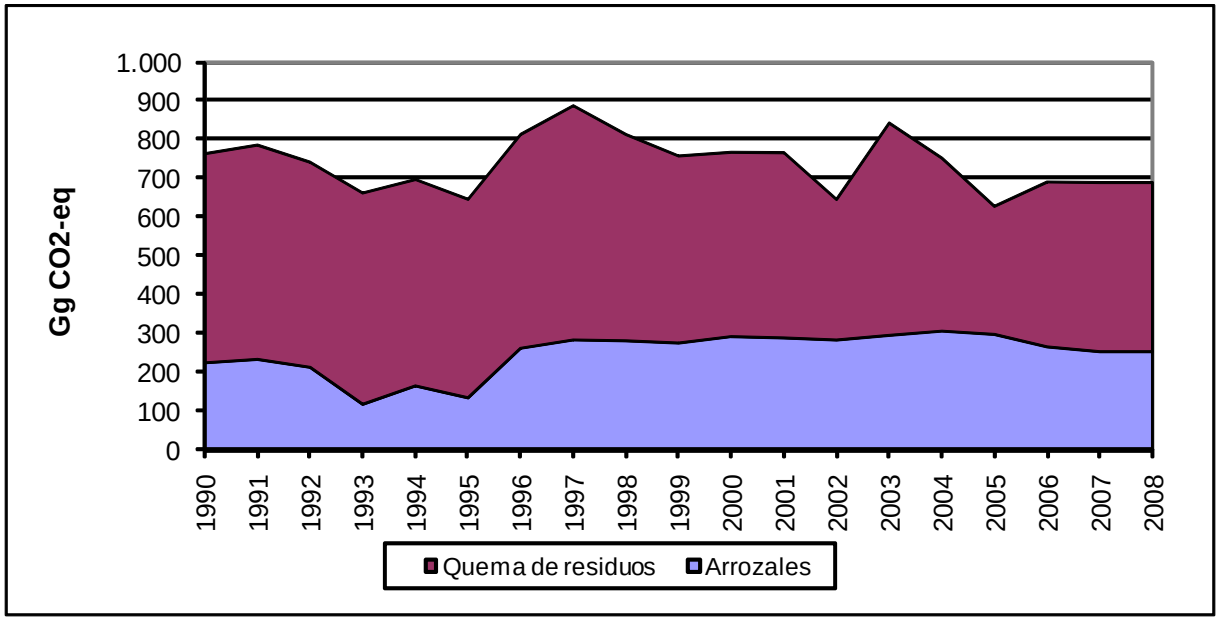
La actividad 4F comprende la quema, in situ, de los rastrojos y otros residuos de los cultivos agrícolas. Se debe de tener en cuenta, además, que la quema de estos rastrojos y residuos de paja no se considera una fuente neta de emisiones de dióxido de carbono (CO_2), dado que se asume que la liberación de carbono, en forma de CO_2, que se produce por su combustión se compensa con la fijación del mismo por el crecimiento de las plantas en el siguiente ciclo productivo. Sin embargo, sí se consideran en el inventario las emisiones de CH_4 y N_2O y de otros gases con efecto indirecto sobre el calentamiento como NO_X, COVNM y CO, y adicionalmente el SO_x.

La actividad 4C comprende las emisiones de metano (CH_4) debidas al cultivo de arroz. La descomposición anaeróbica de material orgánico en los campos de arroz inundados es el

proceso generador de estas emisiones de metano. En el caso español sólo se considera la existencia de cultivos continuamente inundados y que por tanto quedan encuadrados en la actividad 4.C.1.a.

En la figura 6.6.1 puede verse la evolución entre los años 1990 y 2008 de las emisiones de estas dos actividades. El cultivo de arroz no sufre grandes cambios, excepto en años de gran sequía. Mientras, la quema de residuos presenta una línea muy quebrada debido a las variaciones en las emisiones de la quema de residuos de poda del olivar y el viñedo, provocadas por los cambios interanuales en sus respectivas producciones.

Figura 6.6.1.- Emisiones de CO_2-eq de las fuentes no clave



6.6.2.- Aspectos metodológicos

Para el cultivo de arroz se ha seguido la metodología del epígrafe 4.3 del Manual Referencia 1996 IPCC, tomando como factor de emisión el correspondiente a España que figura en la tabla 4-9 de dicho Manual.

Para la quema de residuos agrícolas se ha seguido la metodología del epígrafe 4.4.3 del citado Manual, tomando para los factores de emisión los valores de la tabla 4.16 del Manual. Los parámetros seleccionados para el cálculo de la variable de actividad pueden consultarse el Anexo 3.2.III.

6.6.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La información sobre la variable de actividad de 4C proviene del “Anuario de Estadística Agroalimentaria” y según sus especificaciones metodológicas la incertidumbre se cifra en torno al 3%, mientras para el factor de emisión, cuya información se ha obtenido de estudios nacionales, se estima una incertidumbre en torno al 20%.

Para la actividad 4F, la incertidumbre de los factores de emisión, como puede deducirse de los rangos de variación mostrados en la tabla 4-16 (Manual Referencia 1996 IPCC), es de un 40% para el CH_4 y de un 30% para el N_2O. La variable de actividad se basa en estadísticas fiables, lo que implicaría un nivel de incertidumbre bajo, pero como además integra información sobre múltiples parámetros, obtenidos de estudios bibliográficos, para los que se asume una mayor incertidumbre, se estima su incertidumbre combinada en torno al 40%.

6.6.4.- Control de calidad y verificación

La serie de emisiones de 4C registra un descenso relativo importante en los años 1993-1995. La variación se debe al cambio en esos años de la variable de actividad básica, las hectáreas cultivadas. Tras comprobar que los datos de la variable de actividad usados en el Inventario coincidían con los de la publicación “Anuario de Estadística Agroalimentaria” se consultó a miembros del antiguo Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación sobre este hecho. Los expertos confirmaron los datos e indicaron que los valores de dichos años eran motivados por la importante sequía en ellos registrada.

6.6.5.- Realización de nuevos cálculos

Las emisiones de arroz y las derivadas de la quema en campo abierto de residuos agrícolas han sido recalculadas en el año 2007, debido a la disponibilidad de nueva información sobre superficie cultivada en dicho año.

6.6.6.- Plan de mejoras

Se está realizando una revisión global de la metodología y actuando para la obtención de los parámetros básicos a través del Grupo de Trabajo sobre Agricultura para el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (GT INV-AG) del MARM, con la colaboración de expertos en la materia. Los resultados de esos estudios podrán, una vez hayan sido contrastados, ser incorporados a la información de base de este sector del inventario, lo que se espera realizar en la próxima edición del inventario.

7.- USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA

7.1.- Panorámica del sector

En este capítulo se aborda el sector del **U**so de la **T**ierra, **C**ambio del **U**so de la **T**ierra y la **S**ilvicultura, UTCUTS (sector LULUCF, por sus siglas en inglés). Este sector se divide en varios usos del suelo: Bosques (*Forest*), categoría 5A; Cultivos (*Cropland*), categoría 5B; Pastizales (*Grassland*), categoría 5C; Humedales (*Wetlands),* categoría 5D; Asentamientos (*Settlements*), categoría 5E; y Otras tierras (*Other land*), categoría 5F. También se incluye la Quema de biomasa (Biomass burning) que en la nomenclatura CRF viene referida como código 5V, habiéndose dentro de la misma las emisiones de los incendios forestales.

La recogida de información y procesamiento de la misma está a cargo del Grupo de Trabajo sobre Usos de Suelo y Cambio Climático (GT-USCC) según aparece reseñado en la descripción del Sistema Español de Inventario (SEI), expuesta en el capítulo 1. El grupo GT-USCC está formado por representantes de la Dirección General de Desarrollo Sostenible del Medio Rural, de la Dirección General de Recursos Agrícolas y Ganaderos, de la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, de la Oficina Española de Cambio Climático y de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, del Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Fomento, y la colaboración de las asistencias técnicas de Análisis Estadístico de Datos, S.A., (AED), Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), Técnicas del Medio Ambiente Natural (TECMENA), y Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A. (TRAGSATEC).

Las estimaciones presentadas en esta edición 2010 del inventario (serie 1990-2008), además de incluir las correspondientes al año 2008, modifican las del período 1990-2007, publicadas en la edición anterior del inventario, debido a los cambios en la nueva información de base disponible y a la revisión metodológica efectuada, aspectos que se comentan más adelante.

7.1.1.- Definiciones, clasificaciones y asignaciones de usos del suelo

Referencias metodológicas principales

España sigue las directrices del IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) para el cálculo de los cambios en las existencias de carbono en el sector LULUCF (*Land Use, Land Use Change and Forestry*), basándose en los siguientes documentos:

- Guía de Buenas Prácticas para el Uso de la Tierra, el Cambio de Uso de la Tierra y la Silvicultura *(Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry,*

2003), desde ahora GBP-LULUCF 2003 de IPCC[1]. Esta es la referencia principal para el sector LULUCF-Convenio y LULUCF-PK.

- Directrices del IPCC revisadas en 1996 para Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero (*Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*), desde ahora Manual de Referencia 1996 IPCC [2].

- Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories), referida como GBP-2000 de IPCC.

Además de las tres referencias principales citadas de IPCC, se cita a lo largo del texto otra documentación complementaria que también se reseña al final de este capítulo en el apartado "Referencias".

Definiciones de interés

Las definiciones adoptadas sobre las categorías de usos de la tierra son las siguientes:

- Bosque o tierras forestales (FL), que comprende toda la tierra con vegetación leñosa coherente con umbrales utilizados para definir las tierras forestales. También comprende sistemas con vegetación actualmente inferior al umbral de la categoría de tierras forestales, pero que se espera que lo rebasen y dehesas que no se encuentran en zonas de cultivo o pastizal.

  En esta edición del inventario se ha armonizado la definición de bosque (FL) utilizada en LULUCF para informar al Convenio con la utilizada para informar al Protocolo de Kioto. Así, y como se expone también en el epígrafe 11.1, la definición operativa de bosque para el Convenio queda determinada por las siguientes especificaciones:

  Bosque, comprende las tierras pobladas con especies forestales arbóreas como manifestación vegetal dominante y que se ajusten a los siguientes parámetros:

  · *Fracción de cabida cubierta (FCC) ≥ 20%.*

  · *Superficie mínima 1 hectárea.*

  · *Altura mínima de los árboles maduros 3 metros, sin excluir los sistemas de vegetación actualmente inferiores a dicho umbral pero que se espera que lo rebasen.*

  Adicionalmente se ha considerado para el cómputo de las superficies de bosque un umbral de anchura mínima de 25 metros para los elementos lineales[3].

[1] http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf.htm
[2] http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf.htm

- Cultivos o tierras agrícolas (CL), que comprende las tierras de cultivo, incluidas aquéllas cuyos cultivos se realizan en terrenos con arbolado adehesado[4], siempre que estas formaciones de arbolado adehesado no cumplan la definición de bosque (FL) según se determina más adelante.

- Pastizales (GL), donde se incluyen, junto a los pastizales, las tierras de pastoreo que no se consideran tierras agrícolas. También comprende pastizales, prados o praderas con arbolado adehesado, siempre que estas formaciones de arbolado adehesado no cumplan la definición de bosque (FL) según se determina más adelante.

- Humedales (WL), que comprende la tierra cubierta o saturada por agua durante la totalidad o parte del año.

- Asentamientos o artificial (SL), que comprende toda la tierra desarrollada, con inclusión de la infraestructura de transporte y los asentamientos humanos de todo tamaño, a menos que estén incluidos en otras categorías.

- Otras tierras (OL), comprende suelo desnudo, roca, hielo y otras áreas de tierra que no entran en ninguna de las otras categorías.

- DEHESA: Una dehesa es, en general, un sistema forestal antropizado constituido fundamentalmente por un estrato de arbolado claro, con presencia o no de matorral y, generalmente, un estrato herbáceo, acompañado o no de cultivos agrícolas, en el que se lleva a cabo un aprovechamiento agrosilvopastoril extensivo, gracias al cual, se mantiene su estructura en el tiempo.

Clasificaciones y asignaciones

Para realizar la asignación de los distintos usos de la tierra a las categorías 5A a 5F de CRF-REPORTER se han utilizado como base las cartografías CORINE LANDCOVER de 1990 (CLC90) y de 2006 (CLC06)[5], habiéndose armonizado los cambios en la nomenclatura entre ambos años del CORINE LANDCOVER. Se ha seleccionado el CORINE LANDCOVER como base para obtener los datos de superficies de los distintos usos del suelo porque es la única cartografía disponible de 1990 que cubre el total de la superficie nacional. Las explotaciones cartográficas han sido realizadas por IGN, participando CEAM en la verificación de determinadas explotaciones. Los criterios de asignación de clases CORINE LANDCOVER cruzados con MFE a clases UNFCCC fueron establecidos por el Grupo de Trabajo sobre Usos de Suelo y Cambio Climático.

---

[3] Esta restricción del umbral de anchura mínima no se aplica en el Inventario Forestal Español a las riberas arboladas con especies autóctonas o asilvestradas de estructura irregular, origen natural y gran biodiversidad, dado su gran valor ecológico.

[4] Arbolado adehesado se refiere al arbolado de las dehesas. Véase más abajo en este mismo apartado la definición de “dehesa”.

[5] Las cartografías CORINE LANDCOVER 1990 y 2006 han sido facilitadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

En el caso de las superficies forestales se ha superpuesto a las coberturas de CORINE LANDCOVER la cobertura del Mapa Forestal de España (MFE50)[6,7]. Esta superposición ha sido necesaria para identificar la superficie de Dehesas y la fracción de cabida cubierta del arbolado.

En el caso de los bosques y mosaicos se ha realizado un minucioso trabajo para asignar adecuadamente las superficies a las clases UNFCCC. La integración del Mapa Forestal de España en el CORINE LANDCOVER ha permitido ajustar los criterios de asignación como bosque, en función de una fracción de cabida cubierta igual o superior a 20% (dato obtenido del MFE50).

El sumario de cómo se ha realizado la reclasificación se indica en el cuadro 7.1.1.

Cuadro 7.1.1.- Cambios realizados en las coberturas CLC90 y CLC00

1.	Todas las teselas con tipo estructural 3 (dehesas según el MFE50) han sido reclasificadas, según la FCC del arbolado, como "OL" (si la FCC < 20%) o bosque "FL" (si la FCC >= 20%).
2.	Las categorías que según CLC son dehesas, 24400 (sistemas agroforestales) pero que según el MFE50 presentan un tipo estructural distinto de 3 (el correspondiente a dehesa) y las categorías de mosaicos (códigos CLC 242 y 243) se han asignado a "GL" y a "CL".
3.	En la asignación como bosque "FL" se han considerado las correspondientes categorías de CORINE LANDCOVER, descontando aquellas superficies cuya FCC de arbolado es inferior al 20%. Estas superficies (cuya FCC es inferior al 20%) han quedado reasignadas como "OL".
4.	También se ha considerado como bosque "FL" la superficie ocupada por matorral con arbolado disperso (categoría 324) y cuya FCC es superior al 20%.
5.	Para el resto de categorías se han mantenido las asignaciones originales de CORINE LANDCOVER.

Procedimiento de ajuste de las superficies

Las explotaciones cartográficas anteriormente comentadas permitieron determinar el reparto de la superficie del territorio español entre las clases UNFCCC al comienzo del año 1990. Asimismo, de las explotaciones cartográficas se generó una propuesta de matriz de cambios de uso del suelo entre los años 1990 y 2006.

Los resultados de esta matriz inicial de cambios de uso del suelo fueron contrastados, en la medida de lo posible, con procedimientos "verdad terreno" y complementados con información estadística sobre determinados cambios de usos del suelo. Entre la información estadística incorporada para complementar la generada por las explotaciones cartográficas cabe destacar los registros de:

- Forestación de tierras agrícolas con subvención de la PAC, información facilitada al inventario por la Dirección General de Desarrollo Sostenible del Medio Rural, y

6 Mapa Forestal de España, escala 1:50.000 (MFE50) de la Dirección General para la Biodiversidad (DGB), elaborado entre los años 1998 y 2007.

7 El Banco de Datos de la Naturaleza de la Dirección General para la Biodiversidad ha facilitado la superposición de las coberturas de CORINE LANDCOVER con las del MFE.

- Forestación de tierras agrícolas sin subvención de la PAC, y forestación de pastizales y otras tierras, forestaciones realizadas en el marco de la política forestal, y cuya información fue facilitada al inventario por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal.

Combinando la información estadística con la información revisada de las explotaciones cartográficas se generó finalmente la matriz de usos y cambios de usos del suelo adoptada para esta edición del inventario que se presenta más abajo en el epígrafe 7.1.2.

Conviene señalar en todo caso que, dado que por el momento se ha utilizado la información cartográfica de CORINE LANDCOVER en los años de referencia 1990 y 2006, la evolución interanual, a lo largo del periodo inventariado, se ha estimado, salvo para las forestaciones de tierras, en función de proyecciones lineales sobre los cambios detectados entre dichos años de referencia, interpolando entre 1990 y 2006 y extrapolando a partir de 2006. Para el caso de las reforestaciones de tierras, se han tenido en cuenta los datos directos aportados por los registros antes mencionados.

7.1.2.- Síntesis de la estimación de superficies de usos del suelo

Como resultado de los procedimientos arriba comentados se muestran en este apartado las cifras de superficies estimadas en las distintas categorías de usos del suelo y las conversiones de superficies entre ellas operados a lo largo de los años del periodo inventariado.

Para cada clase de uso UNFCCC se determinó una superficie al principio del periodo inventariado, que corresponde con el inicio de 1990 o, lo que es lo mismo, con el final del año 1989. A lo largo de cada año del periodo inventariado se computan: i) entradas a una clase de uso de la tierra procedentes de otras clases, y ii) salidas de una clase de uso a otras clases de uso. Este balance de entradas y salidas permite actualizar las superficies a lo largo de los años del periodo inventariado de acuerdo con el sistema de ecuaciones 7.1.1 siguiente:

Sistema de Ecuaciones 7.1.1.- Cambios de uso de la tierra y tierra que permanece en su uso

$$U_f^t = U_i^t + \sum_{j \neq i} E_{ji}^t - \sum_{j \neq i} S_{ij}^t$$

$$U_f^{t-1} = U_i^t$$

$$UP_i^t = U_i^t - \sum_{j \neq i} S_{ij}^t$$

donde,

U_f^t = superficie estimada de la categoría *i* al final del año *t* (ha)

U_i^t = superficie estimada de la categoría *i* al principio del año *t* (ha)

E_{ji}^t = superficie que pasa de la categoría *j* a la *i* en el año *t* (ha)

S_{ij}^t = superficie que pasa de la categoría *i* a la *j* en el año *t* (ha)

UP_i^t = superficie estimada de la categoría *i* que permanece en dicha categoría en el año *t* con relación al año anterior (ha)

De acuerdo con la fórmula anterior, las conversiones vienen referidas a un determinado año y el cálculo de las superficies que continúan dentro de la misma categoría de uso del suelo varía en función de las detracciones de ese uso y de las conversiones a ese uso. La fórmula computa los stocks de superficie por usos al final de cada año de referencia, tras haber recogido las conversiones entre usos. No obstante lo anterior, en el caso de los sistemas forestales las conversiones se consideran, de acuerdo con la GBP-LULUCF 2003 de IPCC, que tienen un periodo de maduración de 20 años, hasta que se integran plenamente en el uso forestal al que se han reconvertido procedentes de otros usos. Es por ello que en las tablas del CRF-REPORTER se informa para cada año de las cifras acumuladas de conversión que todavía no han madurado (hasta transcurrir 20 años) desde su periodo inicial de conversión, y en el apartado 7.2 de Sistemas Forestales se informa coherentemente desglosando las conversiones a uso forestal mediante una partida que recoja las superficies convertidas que se encuentran en transición hasta su maduración a uso forestal definitivo.

En la tabla 7.1.1 se presentan, para cada una de las categorías de usos del suelo y para el total de ellas, las superficies estimadas entre 1989 y 2008, refiriéndose las cifras a datos a final de cada año. En la tabla 7.1.2 se muestran las superficies que en cada uso permanecen como tales respecto al año anterior y las superficies de cambios de uso (éstas en términos acumulados hasta el año correspondiente) desde 1990 a 2008, tal y como se informa en el CRF-REPORTER. Los cambios se señalan con la clase de origen y destino, habiéndose introducido la notación adicional de CL_{PAC} y CL_{REP}, que corresponden respectivamente a las tierras agrícolas que han sido reforestadas con subvenciones de la Política Agraria Común (PAC) o con actuaciones de Repoblación Forestal (sin subvenciones de la PAC). Las demás conversiones siguen la notación convencional con los códigos de origen y destino de uso del suelo.

Tabla 7.1.1.- Evolución de las superficies totales por categorías UNFCCC. Datos a final de cada año *(Cifras en hectáreas)*

Año	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
FL	12.587.726	12.610.496	12.639.799	12.668.496	12.699.699	12.773.494	12.871.931	12.990.020	13.096.591	13.216.340
CL	21.208.664	21.175.152	21.141.702	21.108.015	21.074.561	20.984.046	20.871.103	20.740.439	20.618.042	20.500.870
GL	4.736.702	4.725.857	4.708.369	4.691.453	4.678.077	4.667.968	4.658.454	4.647.535	4.635.762	4.625.254
WL	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009
SL	756.196	776.664	797.133	817.601	838.069	858.538	879.006	899.474	919.943	940.411
OL	11.250.526	11.251.645	11.252.810	11.254.249	11.249.407	11.255.768	11.259.320	11.262.345	11.269.477	11.256.939
Total	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823

Tabla 7.1.1.- Evolución de las superficies totales por categorías UNFCCC. Datos a final de cada año *(Cifras en hectáreas) (Continuación)*

Año	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
FL	13.285.203	13.362.519	13.410.769	13.450.572	13.492.061	13.556.345	13.592.060	13.628.798	13.645.509	13.644.968
CL	20.412.683	20.317.439	20.246.374	20.191.216	20.134.153	20.080.128	20.026.055	19.970.937	19.921.161	19.888.352
GL	4.613.472	4.602.683	4.597.584	4.587.257	4.578.075	4.573.057	4.567.682	4.561.970	4.557.929	4.553.888
WL	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009
SL	960.880	981.348	1.001.816	1.022.285	1.042.753	1.063.221	1.083.690	1.104.158	1.124.626	1.145.095
OL	11.267.575	11.275.825	11.283.270	11.288.484	11.292.772	11.267.064	11.270.328	11.273.951	11.290.589	11.307.511
Total	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823

FL: Zonas forestales o bosques; CL: Cultivos; GL: Pastizales; WL: Humedales; SL: Asentamientos; OL: Otras tierras.

Tabla 7.1.2.- Evolución de las superficies tal y como se informa en el CRF-REPORTER *(Cifras en hectáreas)*

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
FL permanece	12.587.186	12.586.645	12.586.105	12.585.565	12.585.024	12.584.484	12.583.944	12.583.404	12.582.863	12.582.323
FL transición	23.310	53.154	82.391	114.135	188.469	287.447	406.076	513.187	633.476	702.881
CL → FL	703	1.344	2.222	2.867	60.572	140.707	238.561	328.150	412.512	467.890
PAC	*0*	*0*	*0*	*0*	*57.046*	*136.440*	*233.024*	*322.146*	*405.825*	*460.349*
DG MNyPF	*703*	*1.344*	*2.222*	*2.867*	*3.526*	*4.267*	*5.537*	*6.004*	*6.687*	*7.541*
GL → FL	6.804	20.251	33.127	42.461	48.530	54.003	60.882	68.614	75.081	82.822
OL → FL	15.803	31.559	47.042	68.806	79.367	92.737	106.633	116.424	145.884	152.169
CL permanece	21.175.152	21.141.702	21.108.015	21.074.561	20.984.046	20.871.103	20.740.439	20.618.042	20.500.870	20.412.683
GL permanece	4.719.748	4.696.152	4.673.126	4.653.642	4.637.424	4.621.801	4.604.773	4.586.892	4.570.275	4.552.385
GL transición	6.109	12.218	18.326	24.435	30.544	36.653	42.761	48.870	54.979	61.088
CL → GL	6.109	12.218	18.326	24.435	30.544	36.653	42.761	48.870	54.979	61.088
WL	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009
SL permanece	756.196	776.664	797.133	817.601	838.069	858.538	879.006	899.474	919.943	940.411
SL transición	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468
FL → SL	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540
CL → SL	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427
GL → SL	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254
OL → SL	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248
OL permanece	11.231.476	11.212.471	11.193.741	11.168.729	11.154.921	11.138.303	11.121.159	11.108.121	11.075.413	11.065.880
OL transición	20.169	40.339	60.508	80.678	100.847	121.017	141.186	161.356	181.525	201.695
CL → OL	12.273	24.547	36.820	49.094	61.367	73.640	85.914	98.187	110.461	122.734
GL → OL	7.896	15.792	23.688	31.584	39.480	47.376	55.272	63.168	71.065	78.961
Total	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
FL permanece	12.581.783	12.581.242	12.580.702	12.580.162	12.579.621	12.579.081	12.578.541	12.578.001	12.577.460
FL transición	780.736	829.527	869.870	911.899	976.723	1.012.979	1.050.258	1.067.508	1.067.508
CL → FL	530.325	568.581	590.930	615.184	636.400	657.664	679.973	696.940	696.940
PAC	*522.474*	*559.704*	*581.484*	*604.737*	*625.631*	*646.313*	*668.391*	*685.357*	*685.357*
DG MNyPF	*7.851*	*8.877*	*9.446*	*10.447*	*10.769*	*11.351*	*11.583*	*11.583*	*11.583*
GL → FL	89.570	90.628	96.915	102.056	103.033	104.367	106.038	106.038	106.038
OL → FL	160.841	170.318	182.026	194.659	237.290	250.948	264.246	264.530	264.530
CL permanece	20.317.439	20.246.374	20.191.216	20.134.153	20.080.128	20.026.055	19.970.937	19.921.161	19.888.352
GL permanece	4.535.487	4.524.279	4.507.843	4.492.552	4.481.425	4.469.942	4.458.121	4.447.971	4.437.821
GL transición	67.196	73.305	79.414	85.523	91.631	97.740	103.849	109.958	116.067
CL → GL	67.196	73.305	79.414	85.523	91.631	97.740	103.849	109.958	116.067
WL	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009	84.009
SL permanece	960.880	981.348	1.001.816	1.022.285	1.042.753	1.063.221	1.083.690	1.104.158	1.124.626
SL transición	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468
FL → SL	540	540	540	540	540	540	540	540	540
CL → SL	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427
GL → SL	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254
OL → SL	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248
OL permanece	11.053.960	11.041.236	11.026.281	11.010.400	10.964.522	10.947.616	10.931.070	10.927.538	10.924.291
OL transición	221.864	242.034	262.203	282.373	302.542	322.712	342.881	363.050	383.220
CL → OL	135.008	147.281	159.554	171.828	184.101	196.375	208.648	220.921	233.195
GL → OL	86.857	94.753	102.649	110.545	118.441	126.337	134.233	142.129	150.025
Total	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823	50.623.823

FL: Zonas forestales o bosques; CL: Cultivos; GL: Pastizales; WL: Humedales; SL: Asentamientos; OL: Otras tierras

7.1.3.- Síntesis de la estimación de los flujos de GEI

De manera general, las tierras que en un momento dado están asignadas a un determinado uso del suelo y las tierras que cambian de uso dan lugar, en general, a procesos generadores de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero.

En la tabla 7.1.3 siguiente se muestra una síntesis de la serie temporal 1990-2008 de los flujos de emisiones (+) y absorciones (-) estimados para informar sobre el sector LULUCF al Convenio. Los flujos referidos en cada categoría LULUCF recogen los correspondientes, tanto a los usos de la tierra que permanecen en la categoría referida, como los de cambios de usos de la tierra que tienen como destino la categoría referida. Una partida diferenciada se establece para la quema de biomasa en incendios forestales. La información de esta tabla se desglosa más adelante para cada una de las categorías en las secciones 7.2 a 7.7. En la parte a) de la figura 7.1.1 se visualiza la información ya presentada en la tabla **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**7.1.3, pudiendo apreciarse como la categoría Bosques domina con sus absorciones los niveles del gráfico. Es por ello que complementariamente se presenta en la parte b) de la misma figura la evolución de los flujos de emisión y absorción de las restantes categorías, con exclusión de la categoría Bosques, permitiendo así visualizar los niveles relativos de estas otras categorías a lo largo del tiempo.

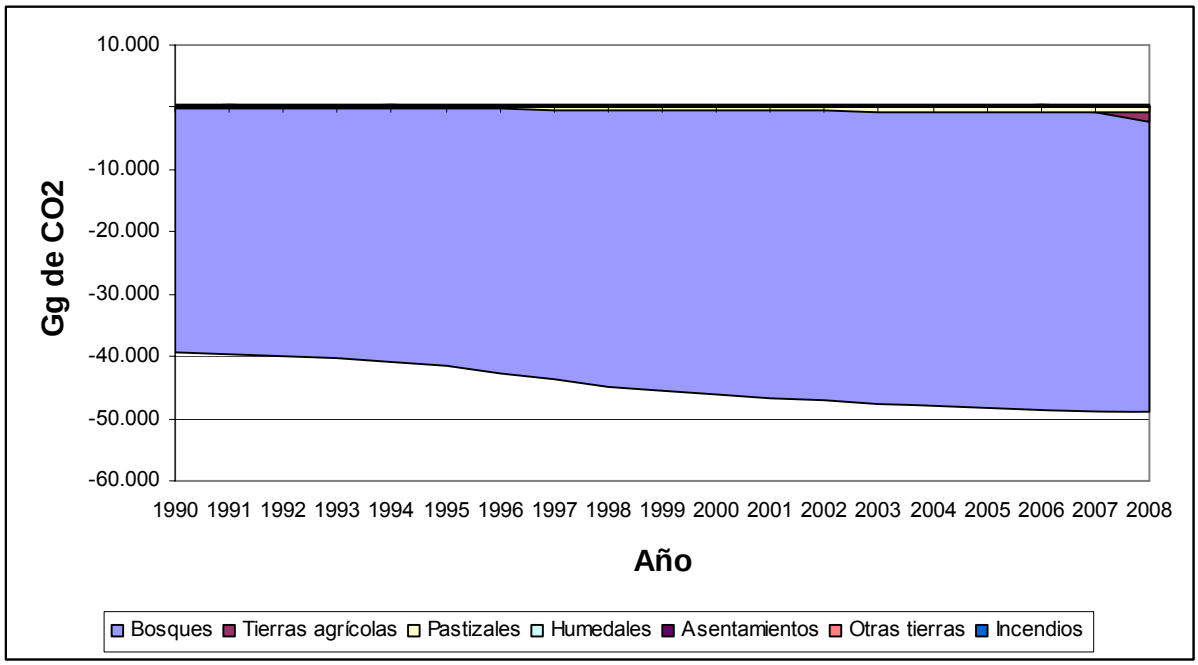
Tabla 7.1.3.- Flujos CO_2 categoría LULUCF (Emisiones (+), Absorciones (-)) *(Cifras en Gg CO_2)*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Bosques	-39.381	-39.627	-39.867	-40.129	-40.732	-41.542	-42.613	-43.586	-44.750	-45.401
Tierras agrícolas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pastizales	-47	-93	-140	-187	-234	-280	-327	-374	-421	-467
Humedales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asentamientos	413	413	413	413	413	413	413	413	413	413
Otras tierras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incendios	190	296	104	85	571	159	46	139	136	85
Total CO_2-eq (Gg)	**-38.824**	**-39.011**	**-39.490**	**-39.817**	**-39.981**	**-41.250**	**-42.481**	**-43.407**	**-44.621**	**-45.370**
Absorciones	**-39.428**	**-39.720**	**-40.007**	**-40.316**	**-40.966**	**-41.822**	**-42.940**	**-43.959**	**-45.171**	**-45.868**
Emisiones	**604**	**709**	**517**	**499**	**984**	**572**	**460**	**553**	**550**	**498**

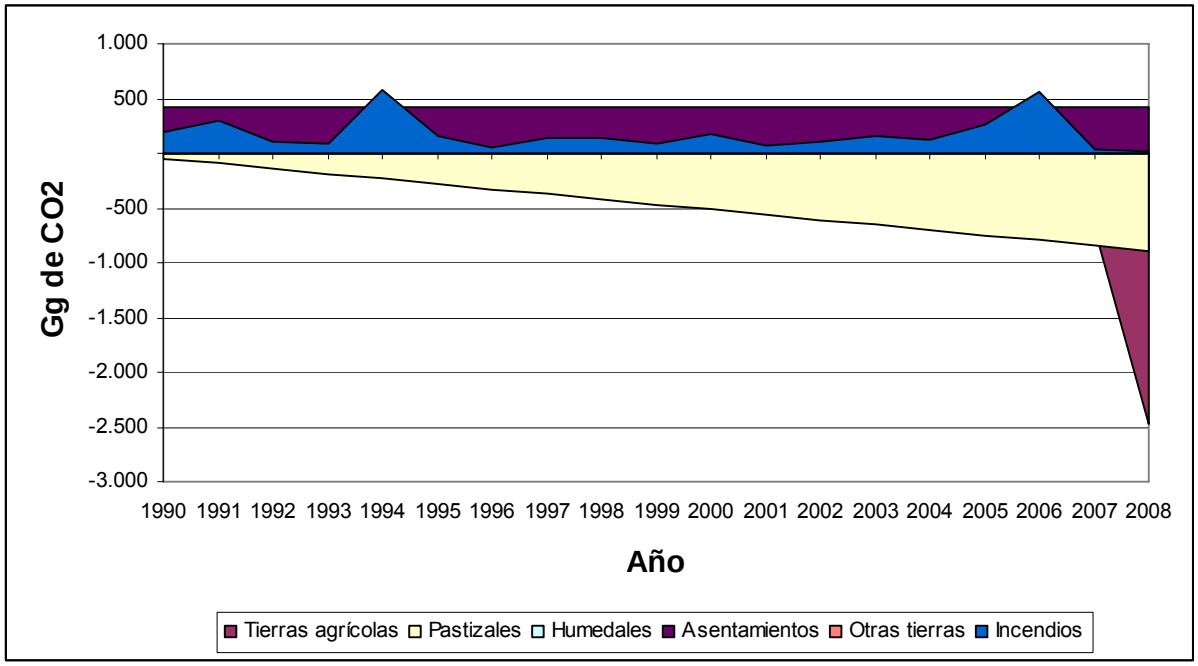
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Bosques	-46.242	-46.799	-47.165	-47.555	-48.095	-48.376	-48.729	-48.850	-48.847
Tierras agrícolas	0	0	0	0	9	-204	-435	-701	-2.474
Pastizales	-514	-561	-607	-654	-701	-748	-794	-841	-888
Humedales	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asentamientos	413	413	413	413	413	413	413	413	413
Otras tierras	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incendios	177	72	113	156	125	260	563	38	24
Total CO_2-eq (Gg)	**-46.166**	**-46.875**	**-47.246**	**-47.640**	**-48.249**	**-48.654**	**-48.983**	**-49.940**	**-51.771**
Absorciones	**-46.756**	**-47.360**	**-47.772**	**-48.209**	**-48.787**	**-49.327**	**-49.959**	**-50.392**	**-52.209**
Emisiones	**590**	**485**	**526**	**569**	**539**	**674**	**976**	**452**	**437**

Figura 7.1.1.- Flujos CO_2 categoría LULUCF (Emisiones (+), Absorciones (-)) *(Cifras en Gg CO_2)*

a) Todas las categorías LULUCF



b) Todas las categorías LULUCF excepto Bosques



7.1.4.- Síntesis metodológica

En este epígrafe se presenta una síntesis de la metodología seguida para la estimación de las emisiones originadas por el uso y cambios de uso de la tierra en el sector LULUCF.

El grueso de la estimación de las emisiones estimadas proviene de la variación en los distintos depósitos de carbono: i) biomasa viva aérea (AGB); ii) biomasa viva subterránea (BGB); iii) madera orgánica muerta y detritus (DOM)[8]; y iv) carbono orgánico en suelos (SOC). Además de las emisiones relacionadas con las variaciones en los depósitos de carbono se estiman las emisiones de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) originadas en los incendios forestales, pues las emisiones de CO_2 de estos incendios ya han sido computadas en las variaciones de los depósitos de carbono. Otras emisiones relacionadas con N_2O y con CO_2, como perturbaciones en el suelo o aplicación de carbonatos para la enmienda de suelos ácidos, o bien no ocurren, o se consideran marginales, por lo que no se hace mención a ellas en esta presentación.

En la tabla 7.1.4 que sigue se presenta el status de cobertura de la estimación de variaciones en los depósitos de carbono del sector LULUCF, con un cuadro sinóptico de los métodos, variables de actividad y factores de emisión aplicados para la estimación de los flujos que corresponde a los usos y cambios de uso de las seis clases de UNFCCC: bosque (FL), tierras agrícolas (CL), pastizales (GL), humedales (WL), asentamientos (SL), y otras tierras (OL). La tabla presenta por filas los usos o cambios de uso que tienen como origen la clase de uso de la fila y como destino la clase de uso de la columna (los elementos de la diagonal corresponden a las tierras que permanecen en la misma clase de uso. Para la referencia de los métodos (ME), variables de actividad (VA), y factores de emisión (FE), se sigue la anotación estándar de las GBP-LULUCF 2003 de IPCC. Como notas específicas a pie de tabla se han reseñado las siguientes: NE (NF), argumentado en NIR como “No Fuente”; NE (BN), se asume “Balance Neutro”; NE (NM): “Método no adoptado” por UNFCCC.

[8] IPCC desglosa este depósito a su vez en dos: a) madera muerta, y b) detritus. En la exposición que sigue, ambos depósitos se encuentran agregados en uno sólo (DOM).

Tabla 7.1.4.- Cobertura de la estimación de variaciones en los depósitos de carbono del sector LULUCF: Métodos, Variables de Actividad y Factores de Emisión

<table>
<tr><td></td><td></td><td colspan="3">FL</td><td colspan="3">CL</td><td colspan="3">GL</td><td colspan="3">WL</td><td colspan="3">SL</td><td colspan="3">OL</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>ME</td><td>VA</td><td>FE</td><td>ME</td><td>VA</td><td>FE</td><td>ME</td><td>VA</td><td>FE</td><td>ME</td><td>VA</td><td>FE</td><td>ME</td><td>VA</td><td>FE</td><td>ME</td><td>VA</td><td>FE</td></tr>
<tr><td rowspan="4">FL</td><td>AGB</td><td>T2</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td>T1, T2</td><td>NS</td><td>CS</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td></tr>
<tr><td>BGB</td><td>T2</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td colspan="3">NE (NM)</td></tr>
<tr><td>DOM</td><td colspan="3">NE (NF en NIR)</td><td colspan="3">NE</td></tr>
<tr><td>SOC</td><td colspan="3">NE (BN)</td><td colspan="3">NE (NM)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">CL</td><td>AGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td>T2</td><td>NS</td><td>CS</td><td colspan="3">NE (Not developed)</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D</td><td colspan="3" rowspan="4">NE (NF)</td></tr>
<tr><td>BGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td>T2</td><td>NS</td><td>CS</td><td colspan="3">NE (Not developed)</td><td colspan="3">NE (NM)</td></tr>
<tr><td>DOM</td><td colspan="3">NE (NF en NIR)</td><td colspan="3">NE (BN)</td><td colspan="3">NO</td><td colspan="3">NO</td></tr>
<tr><td>SOC</td><td colspan="3">NE (BN)</td><td>T2</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td>T2</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td colspan="3">NE (NM)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">GL</td><td>AGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NE (BN)</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D</td><td colspan="3" rowspan="4">NE (NF)</td></tr>
<tr><td>BGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td colspan="3">NE (NM)</td></tr>
<tr><td>DOM</td><td colspan="3">NE (NF en NIR)</td><td colspan="3">NO</td></tr>
<tr><td>SOC</td><td colspan="3">NE (BN)</td><td colspan="3">NE (NM)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">WL</td><td>AGB</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NE (BN)</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td></tr>
<tr><td>BGB</td></tr>
<tr><td>DOM</td></tr>
<tr><td>SOC</td></tr>
<tr><td rowspan="4">SL</td><td>AGB</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">BN</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td></tr>
<tr><td>BGB</td></tr>
<tr><td>DOM</td></tr>
<tr><td>SOC</td></tr>
<tr><td rowspan="4">OL</td><td>AGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td>T1</td><td>NS</td><td>CS</td><td colspan="3" rowspan="4">NE (BN)</td></tr>
<tr><td>BGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D</td><td colspan="3">NE (NM)</td></tr>
<tr><td>DOM</td><td colspan="3">NE (NF en NIR)</td><td colspan="3">NE</td></tr>
<tr><td>SOC</td><td colspan="3">NE (BN)</td><td colspan="3">NE (NM)</td></tr>
</table>

FL: Bosques; CL: Tierras agrícolas; GL: Pastizales; WL: Humedales; SL: Asentamientos; OL: Otras tierras
ME: Métodos; VA: Variables de actividad; FE: Factor de emisión
AGB: Biomasa viva aérea; BGB: Biomasa viva sostenible; DOM: Madera muerta y detritus; SOC: Carbono orgánico suelos
T1: Tier 1; T2: Tier 2; NS: Estadísticas Nacionales; CS: Específico de País; D: Valor por defecto IPCC; NE (NF): Argumentado en NIR como No Fuente; NE (BN): Se asume Balance Neutro; NE (NM): Método no adoptado por UNFCCC.

7.1.5.- Incertidumbre y coherencia de series temporales

Cuantificación de la incertidumbre

En este epígrafe se presenta la información sobre cuantificación de la incertidumbre respecto al nivel (año 1990 y 2008) y respecto a la tendencia (año 2008) de las emisiones de las actividades para informar a LULUCF-Convenio.

- Incertidumbre sobre el nivel en el año 1990.

  Entre los supuestos de partida para realizar el cálculo de la incertidumbre conviene resaltar la circunstancia de que, dentro de la gestión de tierras agrícolas, las prácticas especiales generadoras de flujos netos de CO_2 en esta actividad (transiciones entre cultivos herbáceos y leñosos y gestión de suelos de cultivos leñosos) no tenían lugar en el año 1990, por lo que se han estimado para dicho año como generadoras de flujos nulos y con una incertidumbre igual a cero.

  En la tabla 7.1.5 se presenta la cuantificación de la incertidumbre sobre el nivel para el año 1990. La notación de las columnas es la siguiente. Las columnas A y B determinan el cruce de categoría con gas. La columna C muestra el flujo de emisión (+) o de sumidero (-) correspondiente al año indicado, expresado en términos de Gg CO_2-eq. La columna D muestra la contribución de cada categoría al nivel de emisiones (valor de 40.031). La columna E muestra la contribución acumulada de las actividades en orden descendente al nivel de emisiones. Las columnas F a I muestran en % distintas cuantificaciones de la incertidumbre. En concreto, la columna F el valor de la incertidumbre atribuida a la variable de actividad, la columna G la atribuida al factor de emisión, la columna H la incertidumbre de la emisión estimada, y la columna I la contribución de cada categoría a la estimación de la incertidumbre del agregado.

  En filas, además de la relación de categorías, aparecen las siguientes partidas:

  · CO_2-eq neto, que recoge la suma algebraica de las emisiones/absorciones estimadas de las distintas partidas.

  · CO_2-eq ajustado, que recoge la suma de los valores absolutos de las emisiones/absorciones de las distintas partidas.

  · Incertidumbre, que recoge en la celda inferior derecha la cuantificación de la incertidumbre de las emisiones netas de LULUCF-Convenio.

  Los comentarios más relevantes a la cuantificación de la incertidumbre sobre el nivel en el año 1990 son los siguientes:

  · La incertidumbre queda dominada por la categoría 5A1, dado el alto nivel de los sumideros de esta categoría en comparación con el conjunto de restantes actividades, para las cuales, y para simplificar el análisis se han supuesto valores de la incertidumbre de la variable de actividad y del factor de emisión iguales al 100%, supuesto que no tiene relevancia en la cuantificación de la

incertidumbre del agregado. En conjunto la incertidumbre estimada sobre el nivel para el agregado de las actividades de LULUCF-Convenio es del 52%.

- Incertidumbre sobre el nivel y sobre la tendencia en el año 2008.

  En la tabla 7.1.6 se presenta la cuantificación de la incertidumbre sobre el nivel y sobre la tendencia para el año 2008. La notación de las columnas es la siguiente. Las columnas A y B determinan el cruce de categoría con gas. Las columnas C y D muestran los flujos de emisión (+) o de sumidero (-) correspondiente respectivamente a los años 1990 y 2008, expresados en términos de Gg CO_2-eq. La columna E muestra la contribución de cada categoría al nivel de emisiones de 2008 (valor de 56.791), y la columna F, los valores homólogos a la anterior pero en términos acumulados en orden decreciente de contribución de las categorías. Las columnas G y H muestran respectivamente las incertidumbres atribuidas a las variables de actividad y a los factores de emisión de las distintas categorías. La columna I muestra la incertidumbre de la emisión estimada. La columna J la *contribución* de cada categoría a la estimación de la incertidumbre del agregado. La columna K el supuesto sobre la existencia o no de correlación en el tiempo de la variable de actividad. Las columnas L y M muestran respectivamente los valores de las denominadas "sensibilidad tipo A"[9] y "sensibilidad tipo B"[10]. Las columnas N y O muestran la cuantificación de la incertidumbre incorporada sobre la tendencia por la propia incertidumbre de la variable de actividad y del factor de emisión respectivamente. Por último, la columna P muestra la cuantificación de la incertidumbre incorporada sobre la tendencia por la incertidumbre estimada para cada categoría.

  En cuanta a filas, además de los comentarios ya realizados para la tabla 7.1.5, aparecen las siguientes partidas:

  · Incertidumbre, que recoge en las celdas inferiores a la derecha de "emisiones netas" la cuantificación de la incertidumbre de la tendencia "diferencia entre el año 2008 y 1990" y de la tendencia en términos de "% respecto al valor central para el año 1990" de LULUCF-Convenio.

  Los comentarios más relevantes a la cuantificación de la incertidumbre sobre el nivel y sobre la tendencia en el año 2008 son los siguientes:

  · La incertidumbre sobre el nivel queda dominada por la categoría 5A1, dado el alto nivel de los sumideros de esta categoría en comparación con el conjunto de restantes actividades. Esta categoría 5A1 pierde influencia en la contribución a la

[9] Representa el cambio en la diferencia en las emisiones/absorciones de una categoría entre el año 1990 y el año de referencia, 2008, expresado como porcentaje, resultante de un aumento del 1% en las emisiones/absorciones de una fuente/sumidero y gas dados tanto en el año 1990 como en el año de referencia, 2008.

[10] Representa el cambio en la diferencia en las emisiones/absorciones de una categoría entre el año 1990 y el año de referencia, 2008, expresado como porcentaje, resultante de un aumento del 1% en las emisiones/absorciones de una fuente/sumidero y gas dados en el año de referencia, 2008. Las incertidumbres que están correlacionadas a lo largo de los años se asocian normalmente con la sensibilidad de tipo A, mientras las incertidumbres que no están correlacionadas a lo largo de los años se asocian a la sensibilidad tipo B.

incertidumbre sobre la tendencia, ocupando la segunda posición, debido a la escasa variación en los niveles de emisión neta estimados para el año 1990 y 2008.

- La categoría 5B1, y por lo que respecta a la parte de absorciones de la misma (pues también genera emisiones), ocupa la segunda posición en la contribución a la incertidumbre sobre el nivel del agregado, principalmente debido a la alta incertidumbre en su factor de emisión. Respecto a la tendencia, esta categoría 5B1 se sitúa en la primera posición en la contribución a la incertidumbre, reflejo de la combinación de la elevada incertidumbre en el factor de emisión y de la importante penetración en 2008 de las prácticas especiales de gestión generadoras de flujos netos de CO_2 en esta actividad.

- Las tierras convertidas a pastizales (5C2) ocupan la tercera posición en su contribución a la incertidumbre sobre el nivel y sobre la tendencia. Ello es consecuencia de la alta incertidumbre asociada al factor de emisión y al incremento de la superficie convertida a pastizal en el periodo 1990-2008.

- En conjunto, la incertidumbre estimada sobre el nivel para el agregado de las actividades de LULUCF-Convenio es del 47%. Por su parte, la incertidumbre sobre la tendencia para el agregado es del 14% respecto del valor central para el año 1990.

En la tabla 7.1.7 se presenta la síntesis de la cuantificación de la incertidumbre para los flujos GEI de LULUCF-Convenio. Tal y como ya se ha comentado en los párrafos anteriores la incertidumbre sobre el nivel se estima en torno al 50% (52% para el año 1990 y 47% para el año 2008) resultado de la incertidumbre asociada a los factores de emisión de las principales actividades de LULUCF-Convenio. En cuanto a la incertidumbre sobre la tendencia la cuantificación se presenta para el año 2008 (con referencia al nivel del año 1990) y se sitúa en un 13,5% para el agregado de LULUCF-Convenio.

Tabla 7.1.5.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI con el método IPCC Tier 1. Año 1990

A		B	C	D	E	F	G	H	I
Categorías claves (Año 1990)									
Código IPCC	**Descripción categoría**	**Gas**	**CO2-eq neto Año 1990** (Gg CO_2-e)	**Contribución Nivel 1990** (%)	**Acumulado Nivel 1990** (%)	**Incertidumbre VA** (%)	**Incertidumbre FE** (%)	**Incertidumbre propagada** (%)	**Incertidumbre combinada** (% Neto 1990)
5A1	Bosques que permanecen bosques	CO_2	-39.186	97,9	98	5	51	51,2	51,7
***	Otras categorías	***	362	0,9	99	100	100	141,4	1,3
CO_2-eq neto: suma algebraica de los valores de las partidas de la columna C			-38.824						
CO_2-eq ajustado: suma de los valores absolutos de las partidas de la columna C			40.031						
Incertidumbre							**En las emisiones netas:**		**51,7**

Tabla 7.1.6.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI con el método IPCC Tier 1. Año 2008

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Categorías claves (Año 2008)																
Código IPCC	**Descripción categoría**	**Gas**	**CO_2-eq neto Año 1990** (Gg CO_2-e)	**CO_2-eq neto Año 2008** (Gg CO_2-e)	**Contribución Nivel 2008** (%)	**Acumulado Nivel 2008** (%)	**Incertidumbre VA** (%)	**Incertidumbre FE** (%)	**Incertidumbre propagada** (%)	**Incertidumbre combinada** (% Neto 2008)	**Correlación VA en el tiempo** (S/N)	**Sensibilidad tipo A**	**Sensibilidad Tipo B**	**Incertidumbre evoluc F.E.** (%)	**Incertidumbre evoluc VA** (%)	**Incertidumbre evoluc Emisiones** (%)
5A1	Bosques que permanecen como bosques	CO_2	-39.186	-39.120	68,9	69	5	51	51,2	38,7	N	0,335	1,008	17,08	7,13	18,51
5A2	Tierras convertidas a bosques	CO_2	-195	-9.726	17,1	86	3	45	45,0	8,5	N	0,244	0,251	10,95	1,06	11,00
5B1	Tierras agrícolas que permanecen tierras agrícolas – Absorciones	CO_2	0	-4.547	8,0	94	3	270	270,0	23,7	N	0,117	0,117	31,62	0,50	31,62
5B1	Tierras agrícolas que permanecen tierras agrícolas - Emisiones	CO_2	0	2.073	3,6	98	3	16	16,0	0,6	N	0,053	0,053	0,84	0,23	0,87
5C2	Tierras convertidas a pastizales	CO_2	-47	-888	1,6	99	20	600	600,3	10,3	N	0,021	0,023	12,76	0,65	12,77
***	Otras categorías	CO_2	604	437	0,8	100	100	100	141,4	1,2	N	0,009	0,011	0,95	1,59	1,85
CO_2-eq neto: suma algebraica de los valores de las partidas de las columnas C y D			-38.824	-51.771												
CO_2-eq ajustado: suma de los valores absolutos de las partidas de las columnas C y D			40.031	56.791												
Incertidumbre							**En las emisiones netas:**		**47,3**	**En la evolución (diferencia entre año 2008 y 1990)**						**40,4**
										En la evolución (% respecto al valor central para el año 1990):						**13,5**

Tabla 7.1.7.- Síntesis del cálculo de la incertidumbre delos flujos GEI de LULUCF-Convenio con el método IPCC Tier 1

Año	Valores absolutos(nivel)(Gg CO_2-e)					Índice de la tendencia sobre el año 1990 = 100				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior		Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%		Valor	%	Valor	%
Año 1990	-38.824	-58.911	51,7	-18.737	-51,7	100	NA	NA	NA	NA
Año 2008	-51.771	-76.280	47,3	-27.263	-47,3	133,35	115,39	-13,5	151,31	13,5

Coherencia de las series temporales

Las series temporales de todas las actividades presentadas se consideran temporalmente homogéneas en cuanto provienen de unas mismas fuentes para todo el periodo inventariado y se han elaborado con tratamientos consistentes a lo largo del tiempo. Este es el caso especialmente de la información que se ha levantado año a año de forestación de tierras agrícolas (con y sin subvención de la PAC) y de las forestaciones de pastizales y de otras tierras, cuyos contenidos de información se basan en expedientes registrados. Una situación diferente es la que corresponde a la estimación de las conversiones de uso entre distintas clases UNFCCC, y en que las series anuales se han derivado por interpolación de las estimaciones de posiciones en los años 1990 y 2006 basadas en cartografías referenciadas en los años indicados. Para estas actividades que implican cambio de uso la confirmación "verdad-terreno" asumiendo la fiabilidad de las posiciones en los años inicial y final, depende crucialmente de la plausibilidad del perfil lineal de evolución entre los años indicados.

7.2.- Sistemas forestales. Bosques (5A)

En esta sección se informa sobre las absorciones de carbono (CO_2) que tienen lugar en los sistemas forestales (FL) como consecuencia de dos procesos diferenciados. Por un lado, la absorción por el bosque que se mantiene como tal ($FL_{permanece}$), es decir, cuya superficie no varía con relación al año anterior; y, por otro lado, las absorciones en el bosque en transición ($FL_{transición}$) que resulta de la conversión de otras tierras (CL, GL y OL) por medio de las acciones de forestación/reforestación acometidas en ellas. Las superficies de este bosque en transición se considera que necesitan un periodo de maduración de 20 años a partir de fecha en que se efectuaron aquellas forestaciones, y una vez transcurrido pasará a la categoría $FL_{permanece}$. Por su parte, la categoría $FL_{permanece}$ va siendo actualizada cada año con las salidas que se producen a otros usos, en concreto a la realización de asentamientos (SL) y que son consideradas como deforestación.

Estimación de los sumideros de carbono (depósitos de biomasa viva)

En el proceso de fijación de carbono en el depósito de biomasa viva (aérea y subterránea) por los sistemas forestales (FL) se distinguen a lo largo del periodo 1990-2008, como se ha apuntado más arriba, las siguientes subcategorías: a) bosque que permanece como tal respecto al año anterior ($FL_{permanece}$) y b) bosque en periodo de transición ($FL_{transición}$) cuyas superficies provienen de las tierras clasificadas en otro usos distintos de bosque (CL, GL y OL) y que han sido reforestadas a lo largo del periodo inventariado, pero que todavía no han alcanzado la madurez de los 20 años. En la tabla 7.2.1 se muestra la cuantificación

de la fijación de carbono por las referidas subcategorías de usos del suelo de los sistemas forestales. Las cifras correspondientes a $FL_{transición}$ se desglosan a su vez en las tres categorías de proveniencia de las tierras forestadas: tierras agrícolas (CL), pastizales (GL) y otras tierras (OL).

Tabla 7.2.1.- Fijación de carbono de los sistemas forestales *(Cifras en Gg CO_2)*

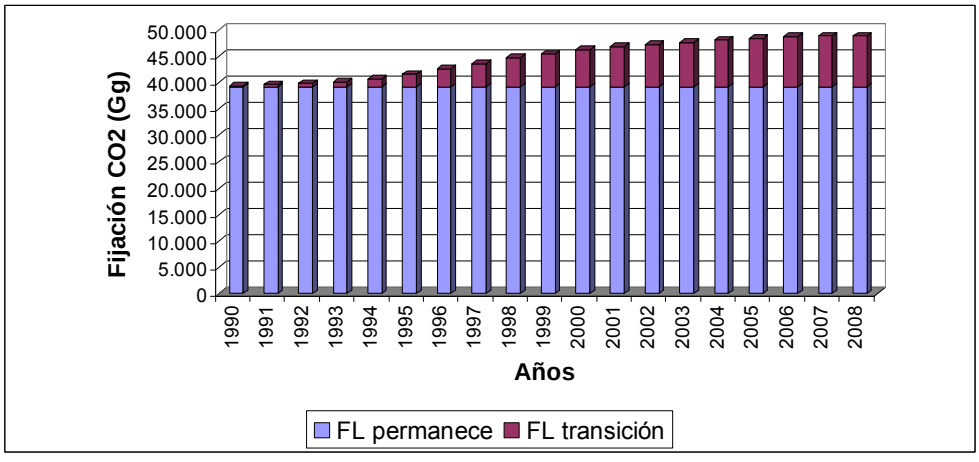
Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
FL permanece	39.186	39.182	39.178	39.175	39.171	39.167	39.164	39.160	39.156	39.153
FL transición	194	444	689	953	1.562	2.372	3.450	4.426	5.595	6.248
CL → FL	4	11	15	22	488	1.140	2.039	2.867	3.718	4.246
GL → FL	55	165	271	345	396	444	499	565	631	700
OL → FL	136	271	403	587	678	792	909	994	1.247	1.298
TOTAL	39.380	39.626	39.868	40.128	40.733	41.543	42.614	43.586	44.752	45.401

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
FL permanece	39.149	39.145	39.142	39.138	39.134	39.131	39.127	39.123	39.120
FL transición	7.091	7.652	8.023	8.415	8.961	9.244	9.603	9.728	9.728
CL → FL	4.961	5.430	5.647	5.889	6.061	6.215	6.446	6.567	6.567
GL → FL	759	766	821	865	873	884	898	898	898
OL → FL	1.375	1.456	1.555	1.661	2.028	2.145	2.255	2.259	2.259
TOTAL	46.240	46.798	47.164	47.553	48.096	48.374	48.730	48.851	48.847

$FL_{permanece}$: Bosque que se mantiene como bosque con relación al año anterior.
$FL_{transición}$: Tierras forestadas/reforestadas hasta el año de referencia, pero que todavía permanecen en su periodo de maduración de 20 años, antes de pasar a $FL_{permanece}$.
CL → FL, GL → FL y OL → FL: Tierras forestadas/reforestadas provenientes, en su uso anterior, respectivamente de CL, GL y OL.

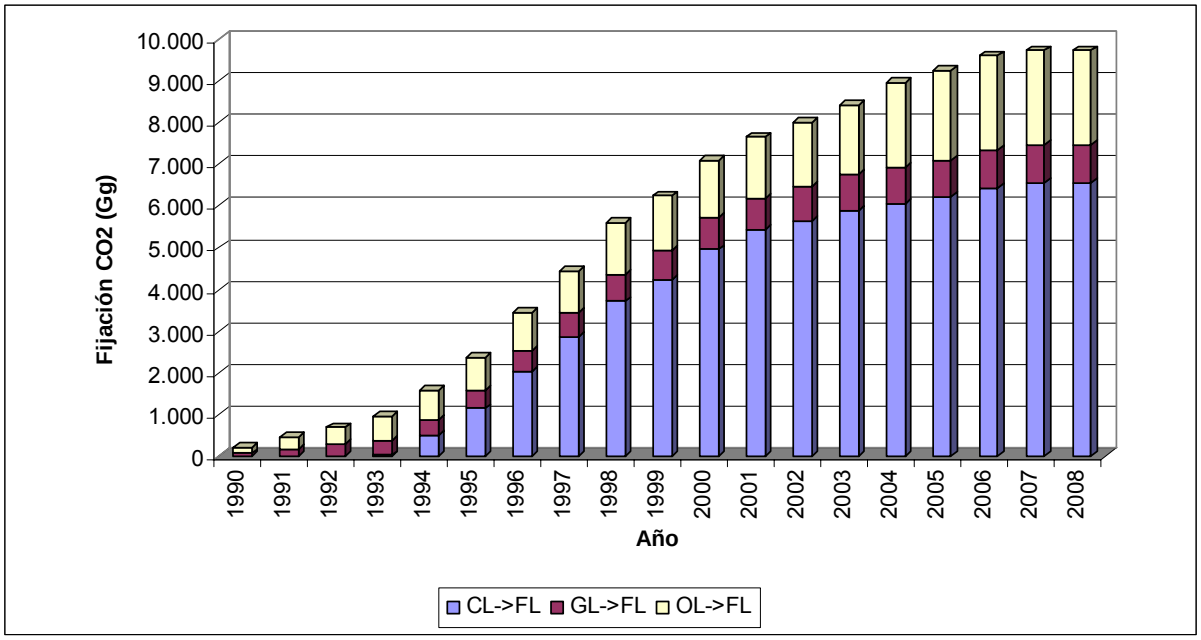
En la Figura 7.2.1 se representa la evolución, en el periodo 1990-2008, de la fijación de carbono por la variación de la biomasa viva de los sistemas forestales (FL) para las categorías $FL_{permanece}$, $FL_{transición}$ y CF anteriormente reseñadas. A su vez, en la figura 7.2.2 se desglosa la fijación de carbono de $FL_{transición}$ en sus componentes (CL → FL, GL → FL y OL → FL) expresada asimismo en Gg de CO_2.

Figura 7.2.1.- Evolución de la fijación de CO_2 en los sistemas forestales *(Cifras en Gg de CO_2)*



FL permanece: Bosque que se mantiene bosque (por sus siglas en inglés).
FL transición: Tierras reforestadas en años anteriores, pero que todavía permanecen en su periodo de maduración de 20 años (por sus siglas en inglés).

Figura 7.2.2.- Evolución por componentes de la fijación de CO_2 en $FL_{transición}$



Estimación de las emisiones de gases distintos de CO_2 en los incendios forestales

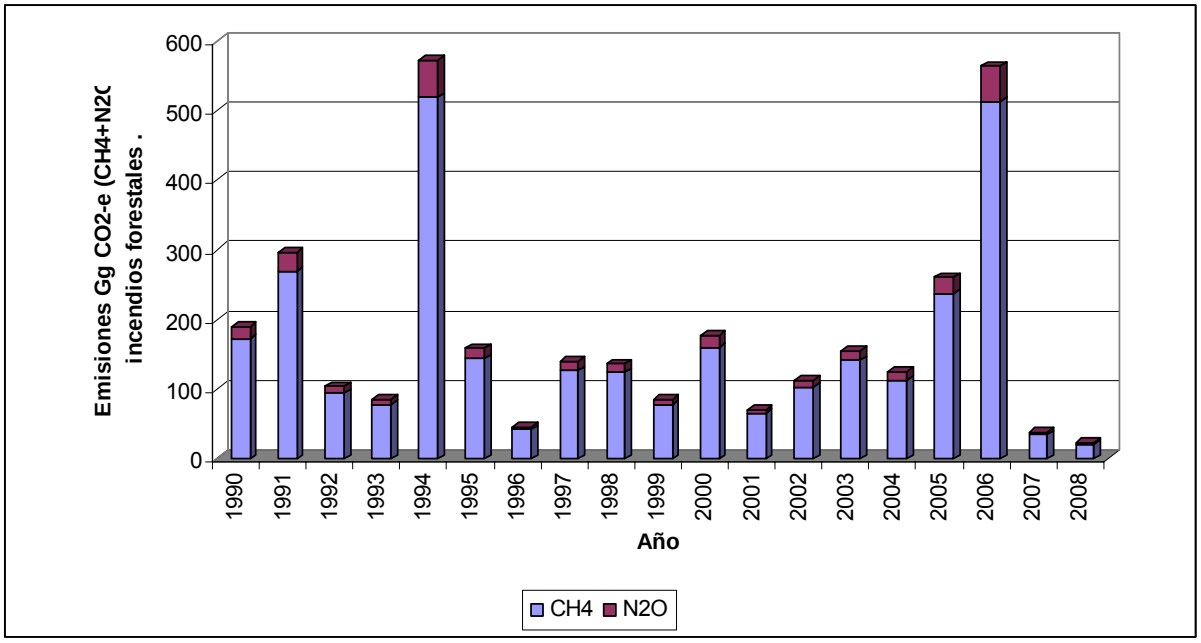
En cuanto a los incendios forestales, se han estimado las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), monóxido de carbono (CO) y de óxidos de nitrógeno (NO_X). Las emisiones de CO_2 ya han sido contabilizadas en la fijación neta de los bosques por lo que no se informa de ellas aquí. Para los gases con efecto invernadero directo (CO y NO_X) se informa en masa de sus correspondientes unidades (CO y NO_2). Para los gases distintos de CO_2 con efecto invernadero directo (CH_4 y N_2O) se muestran las emisiones en términos de sus masas respectivas y en términos de CO_2 equivalente. La información sobre estos flujos se presenta en la tabla 7.2.2 siguiente y se ilustra en la figura 7.2.3, en términos de masa de CO_2 equivalente (contribuciones de CH_4 y N_2O).

Tabla 7.2.2.- Emisiones en los incendios forestales de gases de efecto invernadero distintos de CO_2 *(Cifras en toneladas)*

Gas	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
CH_4	8.231	12.786	4.494	3.687	24.686	6.853	1.999	6.019	5.893	3.672
CO	72.021	111.881	39.320	32.258	215.998	59.960	17.490	52.670	51.564	32.127
N_2O	57	88	31	25	170	47	14	41	41	25
NOx	2.045	3.177	1.117	916	6.134	1.703	497	1.496	1.464	912

Gas	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CH_4	7.641	3.097	4.879	6.732	5.415	11.255	24.336	1.653	1.031
CO	66.858	27.102	42.694	58.906	47.377	98.479	212.938	14.463	9.025
N_2O	53	21	34	46	37	77	167	11	7
NOx	1.899	770	1.212	1.673	1.345	2.797	6.047	411	256

Figura 7.2.3.- Emisiones de CO_2-e (CH_4+N_2O) en los incendios forestales *(Cifras en Gg)*



Estimación de flujos de gases de efecto invernadero en otros depósitos de carbono.

En cuanto al depósito de materia orgánica muerta (DOM), que a su vez incluye el de madera muerta y el de detritus, se argumenta en el NIR que dicho depósito no constituye una fuente, sino más bien un sumidero de carbono aunque pendiente de cuantificar. Consiguientemente la etiqueta de notación para los flujos de este depósito es NE (NF), No Estimado (No Fuente).

En cuanto al carbono orgánico de los suelos (COS) se asume, siguiendo el enfoque de Nivel 1 (Tier 1) de IPCC, que se mantiene en balance neutro de carbono. Consiguientemente la etiqueta de notación para los flujos de este depósito es NE (BN), No Estimado (Balance Neutro).

7.2.1.- Descripción de la categoría

En esta categoría 5A Bosques (FL) se consideran los bosques que se mantienen como bosques (5A1) y las tierras que procedentes de otros usos (CL, GL y OL) que por actuaciones de forestación/reforestación pasan a ser bosque (5A2). Además, se informa en esta categoría de la quema de biomasa en incendios forestales, dado que el CRF Reporter integra los resultados de la estimación de flujos de emisiones de esta quema dentro de la categoría 5A.

La definición y parámetros de caracterización de bosque ya se han dado en el epígrafe 7.1.1, habiéndose armonizado en esta edición del inventario la definición de bosque para informar al Convenio con la de bosque para informar al Protocolo de Kioto.

7.2.2.- Información para la representación de las superficies

La información para la representación de la superficie de bosque que permanece como bosque (5A1) se ha tomado de las explotaciones cartográficas de CORINE LANDCOVER y del MFE50 considerando la superficie de bosque a comienzos de 1990 y descontando cada año la superficie deforestada, por conversión de bosque (FL) a asentamiento (SL). La superficie deforestada entre el inicio de 1990 y el final de 2006 se ha obtenido de las citadas explotaciones cartográficas, asumiéndose para cada año del periodo 1990-2008 una tasa uniforme de deforestación.

La información para la representación de la superficie forestada/reforestada procede de los registros de: i) tierras agrícolas forestadas con subvenciones de la PAC; y ii) tierras agrícolas forestadas sin subvenciones de la PAC y de las forestaciones de pastizales y de otras tierras. La estructura de estos registros y las fuentes institucionales que los han facilitado para el inventario se pueden consultar en el epígrafe 11.2.1 de capítulo 11.

7.2.3.- Usos y cambios de usos de la tierra: definiciones y sistema de clasificación

Para deslindar la superficie de bosque (FL) de otras categorías (CL y OL) que pudieran tener una especificación competitiva con la de bosque, se ha desarrollado un procedimiento sistemático para estimar el parámetro quizás más definitorio del bosque que es la fracción de cabida cubierta (FCC) dentro de las superficies con especies arbóreas. A tal efecto se cruzó como ya se ha descrito en la sección 7.1 el MFE50, que se considera la fuente más fiable para determinar el parámetro FCC, con las clases de CORINE LANDCOVER que se consideran funcionalmente bosque.

En el apéndice 7.1 se presenta la triple correspondencia entre clases de uso del suelo UNFCCC con las de CORINE LANDCOVER y MFE50. Esencialmente, el bosque está formado por las siguientes clases de CORINE LANDCOVER (siempre que estas clases tengan una FCC $\geq$ 20%):

- 311, 312, 313, 324, 334.

- Por las Dehesas que hayan sido caracterizadas como tales en el MFE50 (varios códigos de CORINE LANDCOVER).

- Por las dehesas que hayan sido caracterizadas como tales en CORINE LANCOVER y MFE50.

7.2.4.- Metodología

Además de las referencias metodológicas generales de las guías de IPCC ya citadas en el epígrafe 7.1.1 y que se utilizan como referencias generales para todo el sector LULUCF y específicas para los sistemas forestales, deben citarse aquí complementariamente las siguientes fuentes de información y referencias metodológicas para la presente categoría de sistemas forestales.

- Inventario Forestal Nacional (IFN)

  - IFN2. ICONA Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-1995). Instituto Nacional de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

  - IFN3. DGMNPF Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2007). Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

- CORINE LANDCOVER 1990 y 2006 (CLC90 y CLC06, respectivamente).

- Mapa Forestal Español (MFE50) de la DGB (realizado entre los años 1998 y 2007); y del que existe una actualización en curso a escala 1:25.000 (MFE25).

- Forestación de tierras agrícolas con subvenciones de la PAC (Política Agraria Común), información facilitada por la Dirección General de Desarrollo Sostenible del Medio Rural (DG-DSMR), que a su vez la ha recabado de cada una de las Comunidades Autónomas.

- Forestación de tierras agrícolas (sin subvenciones de la PAC), pastizales y otras tierras, información elaborada por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (DG-MNyPF), que a su vez la ha recabado de cada una de las Comunidades Autónomas.

- Mapa de productividad potencial forestal de España. Ministerio de Medio Ambiente, 2000.

- Factores de Expansión de Biomasa (BEF·D), validados internacionalmente a través de la acción COST-E21. Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF).

En lo que sigue de esta sección, junto a la numeración propia del mismo para las ecuaciones, tablas y figuras, se indica debajo de las mismas, entre paréntesis, la correspondencia con las ecuaciones, tablas y figuras del documento GBP-LULUCF 2003 de IPCC de referencia de los cálculos.

Para una referencia sintética a las metodologías, variables de actividad y factores de emisión aplicados se remite a la tabla 7.1.4.

7.2.4.1.- Bosque que se mantiene como bosque

En la GBP-LULUCF 2003 de IPCC se describe la estimación de los cambios de existencias de carbono teniendo en cuenta cinco categorías de absorción o sumideros diferentes: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, residuos y materia orgánica del suelo.

En la ecuación 7.2.1 se presenta el algoritmo de estimación de las emisiones o fijaciones anuales de carbono en los bosques que se mantienen como bosques:

Ecuación 7.2.1.- Cambio anual de carbono en bosque que se mantiene como bosque

(Ecuación 3.2.1 de GBP-LULUCF 2003 de IPCC)

$$\Delta C_{FF} = (\Delta C_{FF_{LB}} + \Delta C_{FF_{DOM}} + \Delta C_{FF_{Soils}})$$

donde,

ΔC_{FF} = cambio anual de existencias de carbono en bosque que sigue siendo bosque (t C x año^{-1})

$\Delta C_{FF_{LB}}$ = cambio anual de existencias de carbono en biomasa viva (incluida la biomasa aérea y subterránea) en bosque que sigue siendo bosque (t C x año^{-1})

$\Delta C_{FF_{DOM}}$ = cambio anual de existencias de carbono en materia orgánica muerta (incluida madera muerta y residuos) en bosque que sigue siendo bosque (t C x año^{-1})

$\Delta C_{FF_{Soils}}$ = cambio anual en existencias de carbono en suelos en bosque que sigue siendo bosque (t C x año^{-1})

7.2.4.1.1. Cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva

El cambio en existencias de carbono en biomasa viva se ha calculado utilizando el método de **Variación de Reservas de Carbono,** descrito en la GBP-LULUCF 2003 de IPCC, según la ecuación 7.2.2:

Ecuación 7.2.2.- Cambio anual de existencias de carbono en biomasa viva en bosque que sigue siendo bosque

(Ecuación 3.2.3 de GBP-LULUCF 2003 de IPCC)

$$\Delta C_{FF_{LB}} = \left(C_{t_2} - C_{t_1}\right)/\left(t_2 - t_1\right)$$

y

$$C = \left[V \bullet D \bullet BEF\right] \bullet \left(1 + R\right) \bullet CF$$

donde,

$\Delta C_{FF_{LB}}$ = variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (incluye la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo) en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (t C año^{-1})[11]

C_{t_2} = carbono total de la biomasa calculado en la fecha t_2 (t C)

C_{t_1} = carbono total de la biomasa calculado en la fecha t_1 (t C)

V = volumen específico de madera comercializable (m^3)

D = densidad de madera básica (t materia seca (m.s.) m^{-3} de volumen comercializable)

BEF = factor de expansión de biomasa para convertir el volumen comercializable en volumen total de la biomasa arbórea sobre el suelo, sin dimensiones.

R = relación raíz-vástago[12], sin dimensiones

CF = fracción de carbono de la m.s. (valor por defecto = 0,5), (t C (toneladas m.s.)$^{-1}$)

El dato de volumen maderable utilizado (***V***) se ha obtenido de la Tabla 301 de los Inventarios Forestales Nacionales de cada provincia. Esta Tabla contiene, entre otros datos, el volumen maderable con corteza (*VCC*) en metros cúbicos por hectárea vegetal de cada especie arbórea.

Para esta edición del inventario se han utilizado una serie de factores de expansión de biomasa (***BEF·D***)[13] aportados por el CREAF (Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales) que equivalen al producto de *D* (densidad correspondiente a cada especie) por el correspondiente *BEF* (factor de expansión de biomasa calculado para cada especie) (véase Tabla (*BEF·D*), en el apartado A3.3 del Anexo 3) y que convierten m^3 de volumen maderable (incluyendo corteza) en toneladas de materia seca de biomasa aérea. Se han utilizado estos factores por estar validados internacionalmente a través de la Acción Cost E21, por referirse específicamente a especies forestales en territorio español, siendo

[11] Este cómputo se realiza sobre ganancia neta, es decir, ganancias menos pérdidas. Así, la etiqueta que se asociará a las pérdidas será la etiqueta "IE" pues la cuantificación de las mismas ya ha sido descontada de las ganancias brutas.

[12] Entendido vástago como el total de la biomasa aérea.

[13] Factores de Expansión de Biomasa (*BEF·D*) obtenidos por el CREAF (Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales). Estos valores están validados internacionalmente (COST E21). Los valores de los (*BEF·D*) que no han sido calculados por el CREAF, se obtienen por medio de comparación con especies similares, o se le asigna el valor por defecto 0,8 (=1,6*0,5), de acuerdo con la publicación IPCC-1996. (Ver Tabla (*BEF·D*) al final del Anexo 3).

así más ajustados a la realidad nacional que los factores por defecto del IPCC y por considerarse conservadores.

Aplicando el factor de expansión a raíces (***R***), se ha obtenido el valor total de biomasa, tanto aérea como subterránea (B_T). En la Tabla 3.A.1.8 de la GBP-LULUCF 2003 de IPCC se proponen una serie de valores para *R*. Se han tomado los correspondientes a los tipos de vegetación de coníferas y frondosas, de las que se ha calculado la media de los valores, obteniendo:

- Bosque de coníferas. R = 0,337

- Bosque de frondosas. R = 0,326

A partir del resultado de la biomasa total (B_T) para cada IFN y provincia, se puede calcular su valor en cada año: se ha hallado la diferencia entre IFN3 e IFN2 y se ha dividido por el número de años transcurridos entre éstos, obteniéndose un valor medio (el Incremento de B_T anual) que se ha sumado en cada año para tener el valor de B_T del año siguiente.

Los datos de partida utilizados para realizar los cálculos están expresados por unidad de superficie (por hectárea). Por tanto, para obtener el valor de B_{TOTAL}, se ha calculado el valor medio nacional por hectárea (véase apartado A3.3.2 del Anexo 3) y se ha multiplicado por la superficie de *bosque que sigue siendo bosque*.

Los datos de superficie se han obtenido a partir de la información que aporta el CORINE LANDCOVER (CLC90 y CLC06) y el Mapa Forestal Español (MFE50).

Por último, se ha aplicado el valor por defecto propuesto en la GBP-LULUCF 2003 de IPCC del coeficiente de fracción de carbono existente en la materia seca (***CF***), cuyo valor es 0,5 toneladas de carbono por cada tonelada de materia seca.

Calculando la diferencia entre el valor en un año de las existencias de carbono en biomasa viva y el año anterior, se ha obtenido el incremento anual de existencias de carbono en biomasa viva.

En el apartado 3.3.1 del Anexo 3 de este documento, se muestra el caso de una provincia (Madrid), como ejemplo detallado de la metodología empleada en el cálculo de las existencias de carbono debidas al crecimiento de la biomasa.

No se contabilizan pérdidas de biomasa por recolección, recogida de leña o perturbaciones en *bosques que se mantienen como bosque*, debido a que es una información ya incluida en los datos de los Inventarios Forestales Nacionales, de acuerdo con el Método de Variación de Reservas de Carbono (*Stock Change Method*), desarrollado en la GBP-LULUCF 2003 de IPCC.

La metodología anteriormente descrita en este epígrafe 7.2.4.1 corresponde, en cuanto a superficie afectada, al bosque que se mantiene como bosque cuya serie para el periodo 1990-2008 se muestra en la tabla 7.2.3 siguiente.

Tabla 7.2.3.- Evolución de la superficie de bosque que se mantiene como bosque
(Cifras en hectáreas)

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
FL permanece	12.587.186	12.586.645	12.586.105	12.585.565	12.585.024	12.584.484	12.583.944	12.583.404	12.582.863	12.582.323

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
FL permanece	12.581.783	12.581.242	12.580.702	12.580.162	12.579.621	12.579.081	12.578.541	12.578.001	12.577.460

7.2.4.1.2.- Variación en las existencias de carbono en materia orgánica muerta

En esta edición del inventario, y teniendo como especial objetivo la fundamentación de la estimación de los flujos de GEI para LULUCF-Protocolo de Kioto, se ha elaborado una argumentación para demostrar que los depósitos de materia orgánica muerta (DOM) del bosque que se mantiene como bosque no constituyen una fuente emisora, sino que más bien resultan ser un sumidero aunque pendiente de cuantificar. Este depósito a su vez está constituido por dos componentes: madera muerta y detritus. La etiqueta de notación correspondiente que se ha utilizado es NE (NF), No Estimado (No Fuente).

Para una referencia concreta a esta argumentación referida al bosque que se mantiene como bosque véase el capítulo 11 (epígrafe 11.3.1.2) de este informe.

7.2.4.1.3.- Variación en las existencias de carbono en suelos

Bajo esta categoría se engloban dos subgrupos diferentes:

- la fracción orgánica de los suelos forestales minerales,
- los suelos orgánicos.

Las emisiones o capturas de CO_2 por parte del suelo se asocian a los cambios en las existencias de carbono orgánico en el suelo. Estos cambios son resultado del balance entre las ganancias de carbono fotosintéticamente fijado y las pérdidas por descomposición. En general, esta dinámica del carbono del suelo forestal se debe a cambios del tipo de bosque o de la intensidad de gestión.

Bajo el nivel de precisión 1 (Tier 1), que es el elegido por España para este cálculo, se asume que cuando el bosque se mantiene como bosque, las existencias de carbono en suelos minerales permanecen constantes si no hay grandes cambios en el manejo forestal, tipo de bosque, o perturbaciones debidas a otras causas.

De la misma manera, los cambios en las existencias de carbono en suelos orgánicos (turberas y similares) se asocian al drenaje y a perturbaciones debidas a la gestión o manejo, y no han sido considerados en este inventario, al no ser este tipo de suelos relevante a nivel nacional (superficie inferior al 0,1% del total nacional).

Por todo ello, la etiqueta de notación correspondiente que se ha utilizado para los flujos de este depósito es NE (BN), No Estimado (Balance Neutro de Carbono).

7.2.4.2.- Tierras que pasan a ser bosque

Según la GBP-LULUCF 2003 de IPCC, las tierras de otros usos pueden ser finalmente convertidas a bosque a través de actuaciones de forestación/reforestación y a procesos de regeneración natural. En este epígrafe se van a considerar las conversiones a FL procedentes de forestaciones/reforestaciones de CL, GL y OL. Las variaciones en el depósito de carbono de la biomasa viva originadas por plantaciones para incrementar la biomasa forestal de tierras que ya son bosque (FL) han sido ya contabilizadas en el epígrafe 7.2.4.1 anterior (tierras que permanecen como bosque).

La estimación de las emisiones y absorciones de carbono procedentes de la conversión de tierras para usos forestales cubre en principio, según las GBP-LULUCF 2003 de IPCC, las variaciones en los tres tipos siguientes de depósitos de carbono: la biomasa viva, la materia orgánica muerta y el suelo, según se especifica en la Ecuación 7.2.3. De los tres depósitos considerados se va a efectuar una estimación efectiva del flujo (sumidero) de carbono para el depósito de biomasa viva; mientras para los otros dos depósitos se argumentará que no son fuente (depósito de materia orgánica muerta) o que se encuentran en balance neutro de carbono (carbono orgánico de los suelos).

Así, según la metodología general de cobertura para la estimación de los flujos de GEI para los tres depósitos de carbono más arriba citados relacionados con la conversión de tierras a bosque, el cálculo de las variaciones de CO_2 se realiza utilizando la Ecuación 7.2.3.

Ecuación 7.2.3.- Cambio anual en existencias de carbono en tierras convertidas a bosque

(Ecuación 3.2.21 de GBP-LULUCF 2003 de IPCC)

$$\Delta C_{LF} = \Delta C_{LF_{LB}} + \Delta C_{LF_{DOM}} + \Delta C_{LF_{Soils}}$$

donde,

ΔC_{LF} = cambio anual en existencias de carbono en tierras convertidas a bosques (t C x año^{-1})

$\Delta C_{LF_{LB}}$ = cambio anual en existencias de carbono en biomasa viva de tierras convertidas a bosques (t C x año^{-1})

$\Delta C_{LF_{DOM}}$ = cambio anual en existencias de carbono en materia orgánica muerta de tierras convertidas a bosques (t C x año^{-1})

$\Delta C_{LF_{Soils}}$ = cambio anual en existencias de carbono en suelos de tierras convertidas bosques (t C x año^{-1})

7.2.4.2.1.- Cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva

Los cambios anuales en existencias de carbono en la biomasa viva se estiman distinguiendo, en principio, la forestación/reforestación y la regeneración natural[14], de acuerdo con la siguiente ecuación 7.2.4.

Ecuación 7.2.4.- Cambio anual en existencias de carbono por biomasa viva en tierras convertidas a bosques

(Ecuación 3.2.22 de GBP-LULUCF 2003 de IPCC)

$$\Delta C_{LF_{LB}} = \Delta C_{LF_{Growth}} - \Delta C_{LF_{Loss}}$$

donde,

$\Delta C_{LF_{LB}}$ = cambio anual en existencias de carbono en biomasa viva de tierras convertidas a bosques (t C x año^{-1})

$\Delta C_{LF_{Growth}}$ = incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque (t C x año^{-1})

$\Delta C_{LF_{Loss}}$ = decrecimiento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido a pérdidas derivadas de la recolección, de la recogida de leña y de las perturbaciones, en tierras convertidas a bosque (t C x año^{-1})

A) Incremento en existencias de carbono en la biomasa viva ($\Delta C_{LF_{Growth}}$)

El cálculo del incremento de carbono en la biomasa se ha calculado utilizando la ecuación 7.2.5, propuesta en la GBP-LULUCF 2003 de IPCC.

Ecuación 7.2.5.- Incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque

(Ecuación 3.2.23 de GBP-LULUCF 2003 de IPCC)

$$\Delta C_{LF_{Growth}} = \left\lfloor \Delta_k A_{INT_k} \bullet G_{TotalINT_k} + \Delta_m A_{EXT_m} \bullet G_{TotalEXT_m} \right\rfloor \bullet CF$$

donde,

$\Delta C_{LF_{Growth}}$ = incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque (t C x año^{-1})

[14] No se hace, en esta edición del inventario, una estimación del cambio en las existencias de carbono en la biomasa viva debidas a la regeneración natural.

$\Delta_k A_{INT_k}$ = área de tierra convertida a bosque de manejo intensivo bajo la condición k (incluidas plantaciones) (ha)

$G_{TotalINT_k}$ = coeficiente de crecimiento anual de biomasa en bosques con manejo intensivo bajo la condición k (incluidas plantaciones) (t m.s. x ha^{-1} x $año^{-1}$)

$\Delta_m A_{EXT_m}$ = área de tierra convertida a bosque de manejo extensivo bajo la condición m (incluidas regeneraciones naturales) (ha)

$G_{TotalEXT_m}$ = coeficiente de crecimiento anual de biomasa en bosques con manejo extensivo bajo la condición m (incluidas regeneraciones naturales) (t m.s. x ha^{-1} x $año^{-1}$)

k,m = representan las diferentes condiciones en las cuales crecen los bosques con manejo intensivo o extensivo, respectivamente.

CF = fracción del carbono en la materia seca (por defecto = 0,5) (t C x t $m.s.^{-1}$)

Del manejo del bosque dependen la obtención de los datos de partida y los cálculos:

- en el caso de manejo intensivo, las zonas elegidas han sido las correspondientes a las tierras agrarias reforestadas, ya que estas áreas se regeneran de forma artificial.

- en el caso de manejo extensivo, el resultado correspondería al área forestal que no cumplía las condiciones de bosque y que, por el aumento de la masa y de la Fracción de Cabida Cubierta (>20%), pasaría a serlo. Es decir, el regenerado forestal natural con un mínimo de intervención humana[15].

A.1) Manejo intensivo:

La parte de la ecuación 7.2.5, correspondiente al manejo intensivo, se referencia a continuación en la ecuación 7.2.5.a:

Ecuación 7.2.5.a.- Incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque por manejo intensivo

$$\Delta C_{LF_{Growth}INT} = \left[\Delta_k A_{INT_k} \bullet G_{TotalINT_k}\right] \bullet CF$$

donde,

[15] Esta situación, sin embargo, no se ha registrado en el inventario, como se verá más adelante, pues no se han identificado tierras con manejo extensivo que de otros usos pasan a ser tierras forestales.

$\Delta C_{LF_{Growth}INT}$ = incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque por manejo intensivo (tC x año^{-1})

$\Delta_k A_{INT_k}$ = área de tierra convertida a bosque de manejo intensivo bajo la condición k (incluidas plantaciones) (ha)

$G_{TotalINT_k}$ = coeficiente de crecimiento anual de biomasa en bosques con manejo intensivo bajo la condición k (incluidas plantaciones) (t m.s. x ha^{-1} x año^{-1})

k = representa las diferentes condiciones en las cuales crecen los bosques con manejo intensivo.

CF = fracción del carbono en la materia seca (por defecto = 0,5) (t C x t m.s.$^{-1}$)

El área (***A**$_{Int}$*) se encuentra dividida en tres componentes según sea la clase previa de uso de la tierra (CL, GL y OL) sobre la que se ejerce la actividad de forestación/reforestación. A su vez, dentro del origen CL de tierras forestadas/reforestadas se distinguen aquellas tierras agrícolas en las que se utilizaron subvenciones de la PAC y aquellas otras en que se hicieron las repoblaciones sin recurso/ayudas de la PAC. En la tabla 7.2.4 se muestran, a lo largo de los años del periodo inventariado 1990-2008, las superficies acumuladas al año de referencia forestadas a partir de los distintos usos previos de la tierra.

Tabla 7.2.4.- Tierras reforestadas(FL transición) a partir de CL, GL y OL *(Cifras en ha acumuladas al año) SIN MENCIÓN EN EL TEXTO*

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
FL transición	23.310	53.154	82.391	114.135	188.469	287.447	406.076	513.187	633.476	702.881
CL → FL	703	1.344	2.222	2.867	60.572	140.707	238.561	328.150	412.512	467.890
CL_{PAC}→FL	0	0	0	0	57.046	136.440	233.024	322.146	405.825	460.349
CL_{REP}→FL	703	1.344	2.222	2.867	3.526	4.267	5.537	6.004	6.687	7.541
GL → FL	6.804	20.251	33.127	42.461	48.530	54.003	60.882	68.614	75.081	82.822
OL → FL	15.803	31.559	47.042	68.806	79.367	92.737	106.633	116.424	145.884	152.169

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
FL transición	780.736	829.527	869.870	911.899	976.723	1.012.979	1.050.258	1.067.508	1.067.508
CL → FL	530.325	568.581	590.930	615.184	636.400	657.664	679.973	696.940	696.940
CL_{PAC}→FL	522.474	559.704	581.484	604.737	625.631	646.313	668.391	685.357	685.357
CL_{REP}→FL	7.851	8.877	9.446	10.447	10.769	11.351	11.583	11.583	11.583
GL → FL	89.570	90.628	96.915	102.056	103.033	104.367	106.038	106.038	106.038
OL → FL	160.841	170.318	182.026	194.659	237.290	250.948	264.246	264.530	264.530

$FL_{transición}$: Tierras forestadas/reforestadas hasta el año de referencia, pero que todavía permanecen en su periodo de maduración de 20 años, antes de pasar a $FL_{permanece}$.

CL → FL, CL_{PAC} → FL y CL_{REP} → FL: Tierras forestadas/reforestadas procedentes de tierras agrícolas (CL → FL, total tierras agrícolas, CL_{PAC} → FL, tierras forestadas procedentes de tierras agrícolas subvencionadas por la PAC, y CL_{REP} → FL, tierras forestadas procedentes de tierras agrícolas no subvencionadas por la PAC

GL → FL y OL → FL: Tierras forestadas/reforestadas provenientes, en su uso anterior, respectivamente de GL y OL.

Las fuentes de información son:

- para $CL_{PAC} \rightarrow FL$, Dirección General de Desarrollo Sostenible y Medio Rural.

- para $CL_{REP} \rightarrow FL$, $GL \rightarrow FL$ y $OL \rightarrow FL$, Dirección General del Medio Natural y Política Forestal.

Para el cálculo del coeficiente de crecimiento anual de biomasa en bosques ($\boldsymbol{G_{Total\ INT}}$) se ha utilizado la ecuación 7.2.6 en lo que concierne a:

- $CL_{PAC} \rightarrow FL$

- $CL_{REP} \rightarrow FL$

- $GL \rightarrow FL$

Para el cálculo del coeficiente de crecimiento anual de la biomasa en reforestaciones de otras tierras se ha utilizado la referencia de GBG-2003 de IPCC *Tabla 3A.1.5 Bosque Templado* tomando el promedio (3,5 t de masa seca por ha y año) para la biomasa aérea y un factor de expansión de 0,331 sobre el anterior para la biomasa radicular.

Ecuación 7.2.6.- Biomasa de las tierras agrarias que pasan a ser bosques.

(Ecuación 3.2.5 de GBP-LULUCF 2003 de IPCC)

$$G_{TotalINT} = G_W \bullet (1+R)$$
$$G_W = I_v \bullet D \bullet BEF$$

donde,

$G_{TotalINT_k}$ = coeficiente de crecimiento anual de biomasa en bosques con manejo intensivo bajo la condición k (incluidas plantaciones) (t m.s. x ha^{-1} x $año^{-1}$)

G_W = incremento medio anual de biomasa aérea (t m.s. x ha^{-1} x $año^{-1}$)

R = coeficiente de expansión de biomasa por raíces (sin dimensión)

I_v = media anual del incremento neto en el volumen comercial (m^3 x ha^{-1} x $año^{-1}$)

D = densidad básica de la madera (t m.s. x ha^{-1} x $año^{-1}$)

BEF = factor de expansión de la biomasa para conversión del incremento neto anual (incluida corteza) al incremento de biomasa aérea del árbol (sin dimensión)

El incremento medio anual de biomasa aérea en plantaciones se toma del Mapa de Productividad Potencial de España (publicado por el antiguo Ministerio de Medio Ambiente). Este mapa divide la superficie nacional en 14 categorías de incremento anual de volumen

aéreo comercial (en m^3/ha) (véase Tabla 7.2.5)[16], y asigna por comunidades autónomas un porcentaje de superficie que corresponde a cada categoría.

Tabla 7.2.5.- Productividad en sistemas forestales ($m^3 ha^{-1} año^{-1}$)

Categorías	Rango de productividad (m3 ha^{-1} $año^{-1}$)	Productividad media (m3 ha^{-1} $año^{-1}$)
Ia	>9,00	12,33
Ib	8,25-9,00	8,63
Ic	7,50-8,25	7,88
IIa	6,75-7,50	7,13
IIb	6,00-6,75	6,38
IIIa	5,25-6,00	5,63
IIIb	4,50-5,25	4,88
IVa	3,75-4,50	4,13
IVb	3,00-3,75	3,38
Va	2,25-3,00	2,63
Vb	1,50-2,25	1,88
VIa	1,00-1,50	1,25
VIb	0,50-1,00	0,75
VII	<0,50	0,25

Fuente: Mapa de productividad potencial de España, 2000.

En la categoría **Ia**, al tener sólo un valor "mayor que", se ha tomado la media de los valores mínimos por defecto de la Tabla 3A.1.7.de la GBP-LULUCF 2003 de IPCC correspondientes a las especies *Pinus radiata*, *Eucaliptus globulus* y *E. camaldulensis*, por considerarse, dentro de la lista de especies de la tabla, los que mejor representan el caso español.

Los incrementos anuales de volumen aéreo comercial para cada comunidad autónoma se presentan en la Tabla 7.2.6

Tabla 7.2.6.- Productividad potencial por comunidades autónomas ($m^3 ha^{-1} año^{-1}$)

Comunidad Autónoma	Iv (m3 ha-1 año-1)
Andalucía	4,70
Aragón	3,49
Asturias	10,89
Baleares	4,54
C. Valenciana	3,92
Canarias	3,64
Cantabria	9,49
Castilla León	4,11
Castilla Mancha	3,43
Cataluña	5,12
País Vasco	9,55
Extremadura	5,34
Galicia	9,93
La Rioja	4,09
Madrid	3,94
Murcia	2,78
Navarra	6,64

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Mapa de Productividad Potencial de España, año 2000.

[16] Las 14 categorías consideradas se han establecido por combinación de varios factores litológicos y de productividad potencial, según muestra la tabla A.3.3.4 del anexo A.3.3.1.

Del mismo modo que en el apartado *bosque que se mantiene como bosque*, los factores de expansión de biomasa aérea utilizados son los aportados por el CREAF, denominados (*BEF·D*), que equivalen al producto de BEF por D y el factor de expansión a raíces se ha obtenido de la Tabla 3A.1.8 de la GBP-LULUCF 2003 de IPCC.

Al disponer sólo de información limitada sobre el desglose por especies utilizadas para la reforestación, se han considerado unos valores medios de los factores de expansión a biomasa aérea y a raíces ($(BEF \cdot D)_{med}$ y R_{med})[17]:

- $(BEF \cdot D)_{med}$ = 0,72

- R_{med} = 0,331

A.2) Manejo extensivo

La parte de la ecuación 7.2.5, correspondiente al manejo extensivo se referencia a continuación en la ecuación 7.2.5.b:

Ecuación 7.2.5.b.- Incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque por manejo extensivo

$$\Delta C_{LF_{Growth}EXT} = \left\lfloor \Delta_m A_{EXT_m} \bullet G_{TotalEXT_m} \right\rfloor \bullet CF$$

$\Delta C_{LF_{Growth}EXT}$ = incremento anual en existencias de carbono en biomasa viva debido al crecimiento en tierras convertidas a bosque por manejo extensivo (t C x año^{-1})

$\Delta_m A_{EXT_m}$ = área de tierra convertida a bosque de manejo extensivo bajo la condición m (incluidas regeneraciones naturales) (ha)

$G_{TotalEXT_m}$ = coeficiente de crecimiento anual de biomasa en bosques con manejo extensivo bajo la condición m (incluidas regeneraciones naturales) (t m.s. x ha^{-1} x año^{-1})

k,m = representan las diferentes condiciones en las cuales crecen los bosques con manejo intensivo o extensivo, respectivamente.

CF = fracción del carbono en la materia seca (por defecto = 0,5) (t C x t m.s.$^{-1}$)

La biomasa de los bosques bajo estas condiciones de manejo extensivo se estimaría utilizando la misma metodología que en el apartado 7.2.2.1, *Bosques que se mantienen*

[17] Media calculada a partir de los valores medios de frondosas y de coníferas.

como bosques, pero al identificarse como nula la superficie de tierras que pasan a ser bosque en manejo extensivo se considera que no ocurre esta actividad.

B) Decrecimiento en existencias de carbono en la biomasa viva ($\Delta C_{LF_{Loss}}$)

No se contabilizan pérdidas de biomasa por recolección, recogida de leña o perturbaciones en las *tierras que pasan a ser bosque*, debido a que es una información ya incluida en los datos de partida, por lo que el cálculo se centra exclusivamente en la parte correspondiente al incremento de existencias de carbono en la biomasa viva ($\Delta C_{LF_{Growth}}$).

7.2.4.2.2.- Variación en las existencias de carbono en materia orgánica muerta y suelos

En esta edición del inventario, y teniendo como especial objetivo la fundamentación de la estimación de los flujos de GEI para LULUCF-Protocolo de Kioto, se ha elaborado una argumentación para demostrar que los depósitos de materia orgánica muerta (DOM) de las tierras convertidas a bosque no constituyen una fuente emisora, sino que más bien resultan ser un sumidero aunque pendiente de cuantificar. Este depósito a su vez está constituido por dos componentes: madera muerta y detritus. La etiqueta de notación correspondiente que se ha utilizado es NE (NF), No Estimado (No Fuente).

Para una referencia concreta a esta argumentación referida a las tierras que se convierten a bosque véase el capítulo 11 (epígrafe 11.3.1.2) de este informe.

7.2.4.2.3.- Variación en las existencias de carbono en suelos

Bajo esta categoría se engloban dos subgrupos diferentes:

- la fracción orgánica de los suelos forestales minerales,
- los suelos orgánicos.

Las emisiones o capturas de CO_2 por parte del suelo se asocian a los cambios en las existencias de carbono orgánico en el suelo. Estos cambios son resultado del balance entre las ganancias de carbono fotosintéticamente fijado y las pérdidas por descomposición. En general, esta dinámica del carbono del suelo forestal se debe a cambios del tipo de bosque o de la intensidad de gestión.

Bajo el nivel de precisión 1 (Tier 1), que es el elegido por España para este cálculo, se asume que las tierras convertidas a bosque no constituyen una fuente de carbono o se encuentran en balance neutro de carbono.

De la misma manera, los cambios en las existencias de carbono en suelos orgánicos (turberas y similares) se asocian al drenaje y a perturbaciones debidas a la gestión o manejo, y no han sido considerados en este inventario, al no ser este tipo de suelos relevante a nivel nacional (superficie inferior al 0,1% del total nacional).

Por todo ello, la etiqueta de notación correspondiente que se ha utilizado para los flujos de este depósito es NE (BN), No Estimado (Balance Neutro de Carbono).

7.2.4.3.- Quema de biomasa, incendios forestales

En este apartado se examinan las emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO_2 procedentes de la quema de biomasa. La quema de biomasa está asociada a numerosos tipos de uso de la tierra causantes de emisiones de CO_2, CH_4, N_2O, CO y NO_X. Las dos categorías principales de procesos de combustión a considerar son:

- La quema en bosques gestionados[18].
- La quema cuyo resultado es una conversión de bosque a otro tipo de uso de la tierra. En este caso y, de acuerdo con la legislación nacional, como supuestamente no se dan casos de cambio de uso de bosque a otro tipo tras un incendio, se considera que no ocurre este proceso.

Metodología

En términos generales, los incendios pueden clasificarse en prescritos (o controlados) y espontáneos. Los incendios asociados al desbroce y a las actividades de gestión de ecosistemas suelen ser incendios controlados. La finalidad de estas quemas suele ser la eliminación de biomasa indeseada. De este tipo de quemas, prescritas o controladas, no ha podido, sin embargo, realizarse una estimación de las emisiones al no disponer de los datos de base necesarios.

Como no se aplican métodos que recojan las absorciones por rebrote después de una alteración natural, no es necesario informar de las emisiones de CO_2 asociadas a perturbaciones naturales, de acuerdo con la publicación GBP-LULUCF 2003 de IPCC.

La metodología que se describe a continuación permite estimar las emisiones de CH_4, N_2O, CO y NO_X procedentes de la quema de biomasa en tierras forestales gestionadas ocasionadas por los incendios forestales. En esta sección se presenta también los resultados de la estimación de dichas emisiones.

La exactitud de las estimaciones depende de los datos disponibles. Los datos de variables de actividad que se utilizan, incluyendo la estimación de la cantidad de carbono emitido como CO_2, son específicos de España, cumpliendo los requerimientos exigidos en el enfoque metodológico de Nivel 2 (Tier 2); mientras para el coeficiente N/C y para los factores de emisión de los gases distintos del CO_2 se toman los valores por defecto de la GBP-LULUCF 2003 de IPCC.

Las emisiones de gases distintos del CO_2 pueden estimarse sobre la base del carbono total liberado, mediante la Ecuación 7.2.7. (Ecuación 3.2.19 de la publicación GBP-LULUCF 2003 de IPCC).

[18] Se considera que toda la superficie forestal nacional es o ha sido gestionada en algún momento.

Ecuación 7.2.7. Estimación de las emisiones de gases distintos del CO2 a partir de C liberado

(Ecuación 3.2.19 de GBP-LULUCF 2003 de IPCC)

ECUACIÓN 3.2.19
ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DISTINTOS DEL CO2 A PARTIR DEL C LIBERADO
Emisiones de CH_4 = (carbono liberado) · (relación de emisión) · 16/12
Emisiones de CO = (carbono liberado) · (relación de emisión) · 28/12
Emisiones de N_2O = (carbono liberado) · (relación N/C) · (relación de emisión) · 44/28
Emisiones de NO_X = (carbono liberado) · (relación N/C) · (relación de emisión) · 46/14

Los cálculos se efectúan por separado para cada gas de efecto invernadero, utilizando los factores de emisión apropiados, cuyos valores centrales se muestran en la segunda columna de la tabla 7.2.7 siguiente, y que están tomados del cuadro 3A.1.15 de la publicación GPG-2003. Estos factores están referidos a la quema a cielo abierto de bosques talados. Al utilizar la Ecuación 3.2.19 de la publicación GBP-LULUCF 2003 de IPCC se necesita un **coeficiente 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 GBP-LULUCF 2003 de IPCC en su apartado 3.2.1.4.2.2 de elección de factores de emisión en su enfoque de Nivel 1.

Tabla 7.2.7.- Coeficientes 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_2O	0,007	0,005	0,009
NO_X	0,121	0,094	0,148

Fuente: GBP-LULUCF 2003 de IPCC

En cuanto al **carbono liberado**, la metodología descrita permite estimar la liberación inmediata de carbono durante un incendio. Ésta es del orden del 20% del carbono que forma parte de la biomasa aérea y del 60% del carbono de la biomasa de residuos (según información de la sección 11.3 del informe "Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2007" que edita el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, basada en el artículo de Rodríguez Murillo, 1994).

La información estadística necesaria para el cálculo de las emisiones originadas por los incendios se ha tomado de la publicación "Los incendios forestales en España" que edita el Área de Defensa contra Incendios Forestales de la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal.

La estimación se realiza sólo para las áreas de monte arbolado afectadas por los incendios, considerándose como monte arbolado las superficies cubiertas por especies arbóreas productoras de madera comercial, leña, resina, corcho o frutos forestales.

Para calcular el carbono liberado en un incendio, se parte de la biomasa previa existente. Se tratan por separado las superficies arboladas explotadas comercialmente y las no explotadas comercialmente.

En las superficies arboladas (con o sin aprovechamiento comercial) pueden distinguirse, en principio, los siguientes componentes de biomasa susceptibles de ser afectados por el fuego:

1. Biomasa Aérea:

   a. Fracción comercial (M), formada por los troncos de tamaño comercial.

   b. Resto de biomasa aérea (B), formada por las ramas, hojas y partes no comerciales del tronco.

2. Biomasa subterránea (U), formada por las raíces.

3. Biomasa de residuos en el suelo (PL), formada por los residuos de la biomasa aérea caídos al suelo.

   La biomasa total se expresa como: T = M + B + U + PL

T se halla a partir de la información disponible, dividida entre superficies explotadas comercialmente y no explotadas comercialmente.

Superficie arbolada explotada comercialmente.

En las superficies con aprovechamiento comercial se dispone de la información del volumen maderable que, multiplicada por la estimación de Carbono por especie (0,227 t/m^3 para las coníferas y 0,316 t/m^3 para las frondosas, véase Tabla 3H7.2.8), 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 m^3/ha para coníferas y 73 m^3/ha para frondosas, véase Tabla 3H7.2.8) obteniendo los volúmenes de biomasa total afectados por los incendios. Estos volúmenes multiplicados por los factores de densidad de carbono en el volumen de la biomasa afectada, dan como resultado la masa de carbono contenida en la superficie arbolada no comercial afectada por los incendios.

Tabla 7.2.8.- Parámetros del modelo de emisiones de incendios forestales

	CONÍFERAS	FRONDOSAS
Volúmenes de biomasa por superficie	43 m^3/ha	73 m^3/ha
Estimación de C en la especie	0,227 g/cm^3	0,316 g/cm^3

Fuente: Rodríguez Murillo (1994)

Por tanto, la estimación del carbono correspondiente a la fracción comercial (M) antes del incendio es:

$$M = (Mc*dc + Mf*df) + (Sc*ic*dc + Sf*if*df)$$

donde,

M Fracción comercial

Mc Fracción comercial coníferas en área explotada comercialmente

Mf Fracción comercial frondosas en área explotada comercialmente

Sc Superficie arbolada de coníferas no explotada comercialmente

Sf Superficie arbolada de frondosas no explotada comercialmente

ic Índice biomasa coníferas

if Índice biomasa frondosas

dc Densidad de Carbono en coníferas

df Densidad de Carbono en frondosas

Las relaciones entre las diferentes componentes de la biomasa total (T), de acuerdo con Rodríguez Murillo (1994) son las siguientes, tomando como referencia la variable fracción comercial (M) aportada por la estadística de incendios:

1. Coeficiente de expansión de fracción comercial (M) a biomasa total (T): T = 2,7 M

2. Estimación de la biomasa subterránea en un 25% de la biomasa aérea: U = 0,25 (M+B)

3. Estimación de residuos sobre suelo en un 10% de la biomasa de la planta: PL = 0,1 (M+B+U)

Por tanto, la masa de carbono total (T) se estima como:

$$T = M + B + U + PL$$

donde,

T Biomasa Total

M Fracción comercial

B Resto de biomasa aérea

U Raíces

PL Hojarasca/desechos

Los coeficientes de fracción de biomasa efectivamente quemada (20% del carbono que forma parte de la biomasa aérea y del 60% del carbono de la biomasa de residuos, como se ha comentado anteriormente) se asumen como iguales para las dos clases de superficie arbolada (explotada y no explotada comercialmente).

Superficies incendiadas

Las superficies incendiadas sobre las que se aplica la metodología anteriormente descrita se muestran, para el periodo inventariado 1990-2008, en la tabla 7.2.9 siguiente.

Tabla 7.2.9.- Superficie afectada por los incendios forestales *(Cifras en hectáreas)*

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Superficie incendiada	73.198	116.896	40.438	33.421	250.422	42.131	10.275	21.326	42.705	23.934

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Superficie incendiada	45.900	19.170	25.197	53.673	51.732	69.397	71.065	29.409	8.443

Presentación de resultados

De acuerdo con la metodología propuesta, la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero aparece en la tabla 7.2.2 y en la figura 7.2.3 que aparecen al comienzo de esta sección 7.2.

7.2.5.- Incertidumbre y coherencia de series temporales

Véase epígrafe 7.1.5.

7.2.6.- Actividades de control y aseguramiento de la calidad

Se ha hecho un énfasis especial en el control de la información de la base de datos de forestaciones de tierras agrícolas sin subvenciones de la PAC, forestaciones de pastizales y forestaciones de otras tierras. Este análisis ha sido necesario para poder deslindar estas actuaciones que se integran en la categoría 5A2 (conversión de tierras a bosque) de aquellas otras repoblaciones forestales que se encuadran dentro del ámbito de la gestión forestal, categoría 5A1. Este control ha sido posible dado que en la base de datos, que ha sido facilitada al inventario por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, existe un atributo que determina el uso de la tierra previo a la forestación. A partir del conocimiento de ese atributo y realizando una correspondencia con las clases de CORINE LANDCOVER se pudo establecer la discriminación de estas tierras forestadas entre los usos previos de las clases UNFCCC CL, GL y OL.

Asimismo, se han utilizado procedimientos referenciados para el cálculo de las captaciones de carbono en las categorías 5A1 y 5A2 y de las emisiones de los incendios forestales.

La implementación de los algoritmos de estimación han sido realizados en paralelo, pero de forma independiente, por dos equipos del grupo de trabajo GT-LULUCF. Ello ha permitido realizar una verificación exhaustiva del proceso de estimación.

7.2.7.- Nuevos cálculos

Los resultados de esta edición del inventario modifican los de la serie 1990-2007, aparecidos en la edición anterior, debido a la nueva información de base disponible y a la revisión metodológica efectuada, aspectos que se comentan más adelante.

Uno de los cambios más relevantes ha sido el armonizar, en lo que concierne al parámetro FCC, la definición de bosque entre Convenio y Protocolo de Kioto tomando para ambos el criterio de FCC $\geq$ 20%. Este cambio ha supuesto una minoración de la superficie del bosque con relación a la reportada al Convenio en la anterior edición del inventario. Asimismo se ha adaptado la estimación del crecimiento de la biomasa viva arbórea a la nueva superficie del bosque determinada con el criterio anterior del parámetro FCC.

Se ha procesado información completa del IFN3, al disponer de información de todas las provincias, lo que ha permitido una estimación del volumen maderable con corteza (Vcc) para realizar la cuantificación completa de su variación entre IFN3 e IFN2 en la categoría 5A1.

Se ha incorporado a la estimación de la categoría 5A2 la forestación de tierras agrícolas sin subvención de la PAC, la forestación de pastizales y la forestación de otras tierras con información tomada de la base de datas facilitada por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal.

7.2.8.- Mejoras planificadas

Se está analizando el procedimiento para incluir en una próxima edición del inventario la estimación de los flujos de carbono orgánico de los suelos (COS) de las tierras convertidas a bosque por forestación de tierras agrícolas, pastizales y otras tierras.

Aunque en esta edición del inventario (véase epígrafe 11.3.1.2) se ha argumentado que los depósitos de madera muerta y detritus del bosque no constituyen fuente, no se ha presentado una cuantificación de su nivel como sumidero. Esta es una actuación que se está investigando para poder presentar datos cuantitativos en la próxima edición del inventario.

7.3.- Cultivos agrícolas (5B)

En esta sección se informa sobre las emisiones y absorciones de carbono (CO_2) que tienen lugar en las tierras agrícolas (CL) que se mantienen como tales a lo largo del periodo inventariado 1990-2008. No se han identificado conversiones de tierras en otras clases de uso a tierras agrícolas, por lo que se asigna a esta transición la etiqueta de notación NO (No Ocurre).

En los cultivos en tierras agrícolas se va a considerar, por un lado, los flujos de emisiones y absorciones, como variaciones en los depósitos de carbono de la biomasa viva, correspondientes a las prácticas de transición entre distintos tipos de cultivos cuando estas transiciones generan emisiones o absorciones de carbono (CO_2). En segundo lugar, se van a considerar los flujos de carbono originados por las variaciones del carbono orgánico de los

suelos (COS) en las tierras agrícolas en que se realizan prácticas de gestión del suelo más conservadoras del carbono orgánico que las prácticas de laboreo tradicional.

Estimación de los flujos netos de carbono en los depósitos de biomasa viva

Las transiciones entre tipos de cultivo que van a dar origen a flujos netos de carbono (CO_2) y que se estiman en esta sección corresponden a los siguientes tipos de transiciones:

- L → L: Transición de cultivo leñoso a cultivo leñoso.

- H → L: Transición de cultivo herbáceo a cultivo leñoso.

- L → H: Transición de cultivo leñoso a cultivo herbáceo.

Dentro de los cultivos leñosos se van a distinguir los tres grupos siguientes: olivar, viñedo y otros cultivos leñosos. Dentro de las superficies de cultivos herbáceos se incluyen las tierras propiamente cultivadas y las tierras dejadas en barbecho.

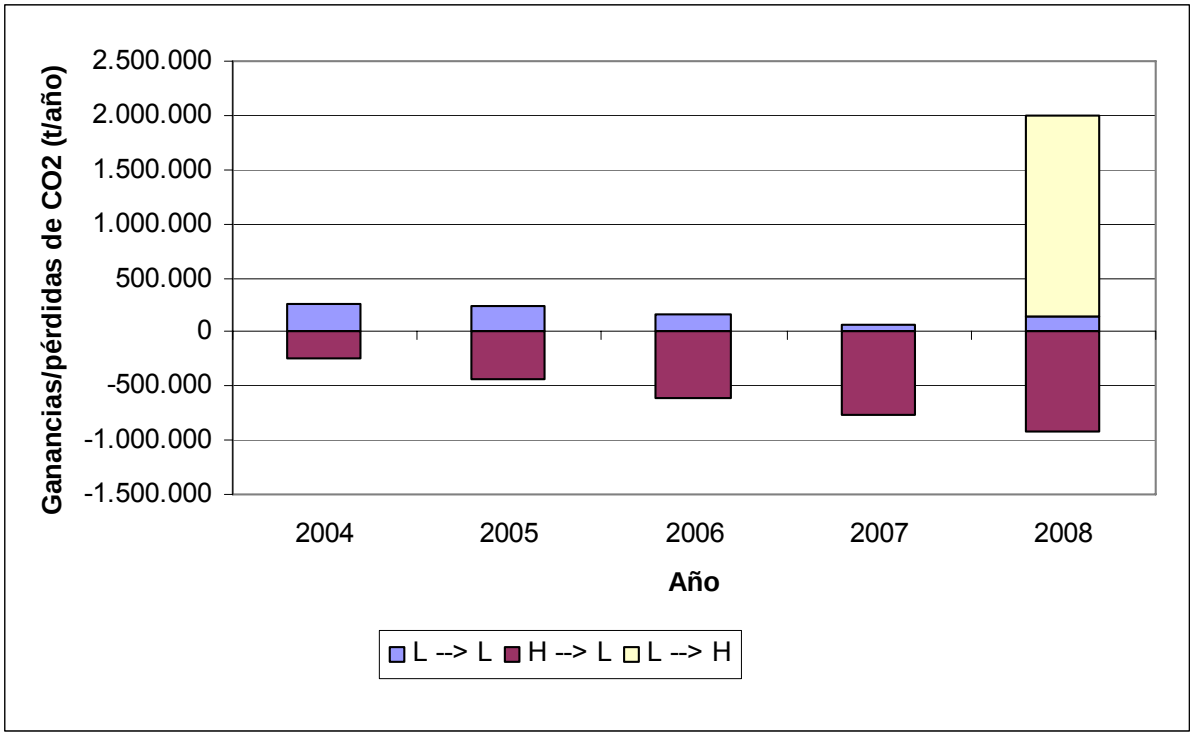
En la tabla 7.3.1 y en la figura 7.3.1 se muestran la estimación de las emisiones (+) y de las absorciones (-) de CO2 en las transiciones entre los tipos de cultivos más arriba indicados. La información se presenta para los años 2004 a 2008, al no haber podido recabarse información contrastada con anterioridad al año 2004. Como puede observarse de los tres tipos de transición resulta sumidero el de herbáceo a leñoso (H → L) y se constituyen como fuentes los de leñoso a leñoso y leñoso (L → L) a herbáceo (L → H); de este último sólo se presenta en esta edición información para el año 2008.

Tabla 7.3.1.- Flujos de emisiones (+) y absorciones (-) de CO_2 en las transiciones entre tipos de cultivos *(Cifras en Gg CO_2)*

	2004	2005	2006	2007	2008
L → L	255	231	170	71	140
H → L	-246	-435	-606	-771	-920
L → H	0	0	0	0	1.853

L → L: Transición de cultivo leñoso a cultivo leñoso.
H → L: Transición de cultivo herbáceo a cultivo leñoso.
L → H: Transición de cultivo leñoso a cultivo herbáceo.

Figura 7.3.1.- Flujos de emisiones (+) y absorciones (-) de CO_2 en las transiciones entre tipos de cultivos *(Cifras en Gg CO_2)*



L → L: Transición de cultivo leñoso a cultivo leñoso.
H → L: Transición de cultivo herbáceo a cultivo leñoso.
L → H: Transición de cultivo leñoso a cultivo herbáceo.

Estimación de los flujos netos de carbono orgánico de los suelos

La fijación de carbono orgánico en suelos debido a las prácticas de gestión de los suelos de cultivos leñosos se constituye en un sumidero neto. En la tabla 7.3.2 siguiente se presenta la estimación de la fijación de carbono orgánico en estos suelos leñosos con desglose de la contribución de cada tipo de práctica de gestión del suelo aplicada. La información sólo se encuentra disponible de momento para el año 2008.

Tabla 7.3.2.- Fijaciones de carbono orgánico en suelos agrícolas *(Cifras en Gg CO_2)*

	2008
Cubierta inerte	74
Cubierta vegetal espontánea	1.835
Cubierta vegetal sembrada	174
Laboreo mínimo	704
Laboreo tradicional	0
No laboreo	441
Sin mantenimiento	319
Total	**3.547**

7.3.1.- Descripción de la categoría

En esta categoría se consideran las tierras agrícolas que se mantienen en cada año como tierras agrícolas, categoría 5B1, descontándose año tras año la superficie de tierras agrícolas que pasan a otros usos (a bosques, a pastizales y a asentamientos). No se han identificado en el periodo inventariado (1990-2008) conversiones a tierras agrícolas a partir de otras clases de usos de la tierra.

Se incluyen en los cultivos agrícolas todos los cultivos anuales y permanentes así como las tierras en barbecho (tierras que se dejan sin cultivar durante uno o más años para su descanso). Los cultivos anuales están constituidos por plantas herbáceas (H) de ciclo anual, tales como cereales, legumbres, tubérculos, cultivos industriales y cultivos forrajeros; mientras los cultivos permanentes están formados por plantas leñosas (L) de ciclo plurianual, entre las que en España destacan, por la superficie ocupada, el olivar, el viñedo y los frutales. Existen también superficies con combinaciones de cultivos herbáceos y leñosos que se integran dentro de la superficie de cultivos (agrosilvicultura), excepto cuando tales tierras puedan ser clasificadas como tierras forestales, según los criterios expuestos más arriba en el apartado 7.1.1.

De toda la superficie agrícola, que representa un porcentaje muy elevado de la superficie del territorio nacional (en torno al 40% en 2008), la mayor parte se encuentra en balance neutro de carbono como consecuencia de las prácticas habituales de la gestión agrícola. No obstante, determinadas prácticas específicas como ciertas transiciones entre cultivos (H $\rightarrow$ L, L $\rightarrow$ L y L $\rightarrow$ H) y determinadas prácticas de gestión de suelos leñosos sí dan origen a flujos netos de absorciones y emisiones de carbono (CO_2), flujos que son objeto de estimación en esta sección. Las restantes prácticas de gestión agrícola sobre cultivos herbáceos que permanecen en su categoría y sobre cultivos leñosos que no cambian dentro de su clase (alto porte vs. bajo porte) y el laboreo tradicional en los suelos agrícolas se considera que no generan flujos netos de carbono y por tanto se omiten en la estimación del inventario (balance neutro de carbono).

7.3.2.- Información para la representación de las superficies

La información para la representación de la superficie total de tierras agrícolas (CL) que permanecen como tales, categoría 5B1, se ha tomado de las explotaciones cartográficas de CORINE LANDCOVER y del MFE50 considerando la superficie agrícola a comienzos de 1990 y descontando cada año las conversiones de tierras agrícolas a bosque (FL), a pastizal (GL) y a otras tierras (OL). Estas conversiones entre el inicio de 1990 y el final de 2006 se han obtenido de las citadas explotaciones cartográficas, asumiéndose para cada año del periodo 1990-2008 una tasa uniforme de conversión. Por su parte, la categoría de tierras agrícolas (CL) cede superficie a bosque (FL), a pastizales (GL), a asentamientos (SL) y a “otras tierras” (OL), habiéndose estimado las superficies convertidas mediante las explotaciones cartográficas citadas.

A su vez, dentro del total de tierras agrícolas (CL), se asume que la mayoría se encuentran en balance neutro de carbono por lo que no se estiman emisiones ni absorciones para las mismas. Pero dentro de este conjunto de tierras agrícolas se realizan unas prácticas determinadas de transiciones entre cultivos herbáceos y leñosos y de

prácticas de gestión del suelo de cultivos leñosos, que sí dan lugar a flujos de emisiones y absorciones. Estos flujos han sido estimados sobre las superficies en que se realizan tales prácticas y cuya información proviene básicamente de ESYRCE según se comenta más abajo en el epígrafe 7.3.4.1.

7.3.3.- Usos y cambios de usos de la tierra: definiciones y sistema de clasificación

En el apéndice 7.1 se presenta la triple correspondencia entre clases de uso del suelo UNFCCC con las de CORINE LANDCOVER y MFE50. Esencialmente, las tierras de cultivo están formadas por las siguientes clases de CORINE LANDCOVER (siempre que, si en éstas se establece una diferenciación por FCC, el valor de este parámetro sea < 20%):

- 211, 212, 213, 221, 222, 223, 241.

- 242, 243, 244.

  Para estas categorías se realiza un desglose a un nivel superior de códigos de la codificación CORINE LANDCOVER para discriminar la parte que corresponde a tierras agrícolas (CL) y la parte que corresponde a pastizales (GL).

7.3.4.- Metodología

7.3.4.1.- Cultivos que se mantienen como cultivos

En la estimación de emisiones y absorciones debidas a la gestión de tierras agrícolas que permanecen como tales (CL-CL), se han considerado las variaciones en las reservas de carbono para los depósitos de la biomasa viva (aérea y radicular) y de carbono orgánico del suelo (SOC). La ecuación de referencia de GPG LULUCF 2003 de IPCC es la siguiente:

$$\Delta C_{TATA} = \Delta C_{TATA\ BV} + \Delta C_{TATA\ Suelos}$$

Donde;

ΔC_{TATA} = variación anual de las reservas de carbono en tierras agrícolas que siguen siendo tierras agrícolas, en toneladas de C año $^{-1}$.

$\Delta C_{TATA\ BV}$ = variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva, en toneladas de C año $^{-1}$.

$\Delta C_{TATA\ Suelos}$ = variación anual de las reservas de carbono en el suelo, en toneladas de C año $^{-1}$.

Para convertir las toneladas de C en Gg de CO_2 se multiplicará el valor inicial por 44/12 y por 10^{-3}.

Cambios en las existencias de carbono en la biomasa viva (aérea y radicular)

Al utilizar el método por defecto de GPG LULUCF 2003 de IPCC, la variación de la biomasa se estima solamente para cultivos leñosos. Para los cultivos herbáceos, se supone que el aumento de las reservas de biomasa 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.

Para estimar $\Delta C_{TATA\ BV}$, se estiman las tasas anuales de crecimiento y pérdida (Ecuación 3.2.2. de la sección "Tierras forestales" del IPCC 2003).

$$\Delta C_{TATA\ BV} = \Delta C_{TATA\ C} + \Delta C_{TATA\ P}$$

Donde;

$\Delta C_{TATA\ BV}$ = 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, en toneladas de C año $^{-1}$.

$\Delta C_{TATA\ C}$ = aumento anual de las reservas de carbono debido al crecimiento de la biomasa, en toneladas de C año $^{-1}$.

$\Delta C_{TATA\ P}$ = variación anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa, en toneladas de C año $^{-1}$.

Las tasas de acumulación y pérdida se han estimado a partir de la información facilitada por la Subdirección de Hortofruticultura, Aceite de Oliva y Vitivinicultura, la cual, a partir de diversas fuentes, proporcionó información para tres grandes grupos de cultivos (Olivar, Viñedo, Otros Cultivos Leñosos) de los contenidos característicos de biomasa aérea y radicular, de los contenidos de humedad presentes, de las fracciones de carbono características de cada uno de estos tipos de cultivos y de la edad que tenían los cultivos cuando se realizó la estimación de la biomasa. Estos contenidos se estimaron considerando densidades de plantación características facilitadas por expertos del sector.

Partiendo de la información anterior, se pudieron estimar tasas de ganancia y pérdida anuales y se fijaron periodos de transición característicos para cada tipo de cultivo. Los periodos de transición adoptados se fundaron en las edades que tenían los cultivos objeto de análisis en las fuentes de información de referencia. Los cultivos ya se encontraban, a dicha edad, en fase productiva, y según indicaban las fuentes de referencia, era razonable suponer que las ganancias de biomasa posteriores que experimentara el cultivo serían marginales y quedarían compensadas con las pérdidas por poda, recolección o mortandad.

En el caso del viñedo la información disponible con relación a los contenidos de biomasa no refiere la edad para la cual las ganancias de biomasa se pueden considerar compensadas con las pérdidas, por lo que se decidió recurrir al mismo periodo de transición adoptado para Otros Cultivos Leñosos. Esta información es coherente con la disponible que especifica que una explotación de viñedo se considera que comienza a ser productiva a partir del cuarto año de implantación del cultivo.

Para Otros Cultivos Leñosos la información disponible se proporcionaba en datos de biomasa fresca sin referencia al contenido de humedad. Para poder emplear datos de biomasa en masa seca, la conversión se hizo considerando los contenidos de humedad del Olivar.

Los datos sobre los parámetros característicos de los tres tipos de cultivos indicados (olivar, viñedo y otros cultivos leñosos) se presentan en la tabla 7.3.3 siguiente.

Tabla 7.3.3.- Resumen de la información de partida para el cálculo de la tasa de acumulación y pérdida de biomasa

Densidad de plantación (pies/ha)	Período de transición (años)	Fracción de Carbono en la masa seca (%)	Contenido en humedad (%)			Biomasa viva				Tasa de acumulación de biomasa (t de C/ha año)	Tasa de pérdida de biomasa (t C/ha)
			Sistema radicular	Tronco y ramas	Hojas	Biomasa inicial (kg/ha en masa fresca)	Biomasa final (kg/ha en masa seca)				
							Sistema radicular	Tronco y ramas	Hojas		
OLIVAR											
200	40	49,5	50	30	45	40	2.437,5	13.650	3.056	0,24	9,46
VIÑEDO											
2.500	10	45	No utilizado			212,5(1)	6.112,5*	6.175*	942*	0,59	5,86
OTROS CULTIVOS											
300	10	50	50	30	45	90	3.150	14.840	3.162,5	1,05	10,53

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

La información sobre la variable de actividad, transiciones entre cultivos, sobre la que se aplica la metodología anteriormente descrita, se muestra en la tabla 7.3.4 en la que figuran las transiciones entre tipos de cultivo, herbáceos y leñosos, que han tenido lugar en el periodo 2004-2008; no disponiéndose de información de este tipo de transiciones con anterioridad a 2004. La fuente de información para determinar las superficies sometidas a las distintas prácticas de gestión de tierras agrícolas con generación de flujos netos de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero ha sido la Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España (ESYRCE) y para las transiciones entre tipos de cultivos leñosos la información procede de la Subdirección General de Estadísticas del MARM[19].

[19] En el epígrafe 11.1.3 se presenta una información detallada sobre las fuentes de información de las variables de actividad consideradas en la estimación de los flujos de emisiones y absorciones, y se describen las especificidades para informar sobre gestión de tierras agrícolas al Protocolo de Kioto.

Tabla 7.3.4.- Conversiones de uso entre cultivos (herbáceos y leñosos)

Transición	Superficie año (ha)				
	2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Olivar a viñedo	1.894	1.996	1.036	1.228	2.719
Resto leñoso a viñedo	2.570	3.257	2.455	1.006	859
Viñedo a olivar	2.487	2.252	3.048	1.760	3.352
Viñedo a resto leñoso	2.740	1.320	1.424	789	945
Herbáceo a viñedo	33.767	29.507	23.181	17.238	21.581
Herbáceo a olivar	84.538	17.351	24.732	38.961	37.251
Herbáceo a resto leñoso	25.948	28.584	25.817	24.520	18.179
Viñedo a herbáceo	-	-	-	-	24.517
Olivar a herbáceo	-	-	-	-	10.719
Resto leñoso a herbáceo	-	-	-	-	24.722
TOTAL	153.944	84.267	81.693	85.502	144.844

Variación de las reservas de carbono en los suelos

Para estimar las variaciones de las reservas de carbono en los suelos se utiliza un nivel metodológico 2 (Tier 2), puesto que para el valor del Carbono Orgánico del Suelo de referencia (COS_{REF}), se disponen de valores propios para los suelos agrícolas españoles cuya fuente es CEAM (Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo), organismo que ha elaborado una metodología para la cuantificación de las reservas de carbono en los suelos españoles[20]. Estos valores se aplican como valores de referencia en el cómputo de las variaciones de las reservas de carbono en suelos minerales para el presente inventario (no hay suelos orgánicos).

Para la obtención de los valores de COS, se ha procedido a realizar una exhaustiva búsqueda de fuentes de información que aportasen datos representativos y contrastados del contenido en carbono de los suelos. Basándose en sucesivos procesos de búsqueda y selección, actualmente se dispone de una base de perfiles de suelos revisada y actualizada con más de 2.000 perfiles. La metodología calcula el contenido en carbono de cada horizonte (en g m^{-2}) sobre la base de la concentración de carbono en la tierra fina, la densidad aparente (estimada), el espesor del horizonte y el volumen ocupado por piedras y gravas. La profundidad del suelo se ha limitado a un máximo de un metro ya que se desea descartar el carbono situado a una profundidad excesiva, poco o nada influenciado por los aportes de hojarasca o de raíces y, probablemente, relicto o fósil, y muy probablemente

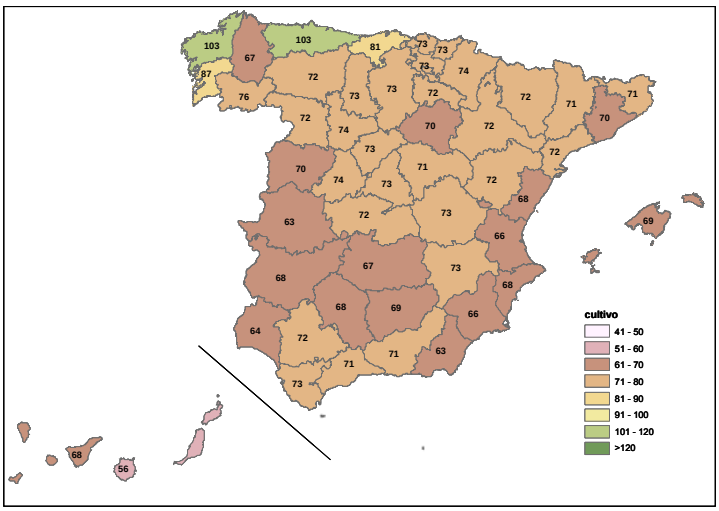
[20] Los mapas de COS de suelos agrícolas y de pastizales elaborados por CEAM y que se utilizan en la estimación de los flujos de carbono en tierras agrícolas que permanece como tales y en las conversiones de tierras agrícolas a pastizales no incluyen la información de las Islas Canarias. Para Canarias se ha utilizado información por defecto de IPCC.

estable frente a perturbaciones climáticas[21]. En la figura 7.3.2 se muestra el mapa de COS de suelos agrícolas con desglose por provincias (NUTS 3).

La extrapolación territorial se ha realizado en base a la información cartográfica disponible: mapa de vegetación (en base al CORINE 2000), mapa de tipos climáticos (basado en el atlas fitoclimático de ALLUÉ) y mapa de litologías (tomado del mapa geológico de España a escala 1:1.000.000). Mediante la superposición de las tres variables se identifican áreas homogéneas a las cuales se les asigna el contenido en carbono promedio de los perfiles representativos de cada una de ellas. Para las distintas combinaciones de estas tres variables, se asocia un contenido en carbono promedio, con su correspondiente error estándar de la media.

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). Dado que el alcance de los trabajos realizados por CEAM no abarcaba la Comunidad Autónoma de las Islas Canarias ni las Ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla, se optó para estas Ciudades Autónomas, extrapolar el dato promediado disponible para la Comunidad Autónoma de Andalucía; mientras que en el caso de Canarias, se estimaron los COS_{REF} para sus dos provincias considerando los datos por defecto de GPG LULUCF 2003 de IPCC, y considerando las zonas climáticas presentes en las islas. En la tabla 7.3.5 se muestra el valor así calculado de COS por Comunidades Autónomas y, en el caso de Canarias, desglosado en sus dos provincias.

Figura 7.3.2.- Mapa de COS (t C/ha) en suelos agrícolas (hasta 1 m. de profundidad)



Fuente: CEAM para Península y Baleares. Elaboración propia a partir de GBP-LULUCF 2003 de IPCC para Canarias.

[21] No se ha podido disponer de una estimación homóloga a la presentada en los mapas de COS de tierras agrícolas y de pastizales para un horizonte de 30 cm., que es la referencia por defecto de IPCC. Ello podría conllevar una sobreestimación de los flujos (positivos o negativos) por variaciones en el stock de COS en los suelos en el caso en que el horizonte comprendido entre 30 cm. y 1 m. presentara variaciones de COS y el stock de COS en este estrato fuera significativo.

Tabla 7.3.5.- Tabla de Contenido en Carbono orgánico (t/ha) en suelos agrícolas

CCAA	COS ref (t/ha)	CCAA	COS ref (t/ha)
Andalucía	69	Extremadura	66
Aragón	72	Galicia	82
Baleares	69	La Rioja	72
Canarias	62	Madrid	73
C. la Mancha	71	Melilla	69
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	69		

Zona climática	**Superficie provincias(%)**		**COS por defecto (t/ha)**
	Las Palmas	**Santa Cruz de Tenerife**	
Templado seco	31,88	81,45	**70**
Templado muy húmedo		4,37	**80**
Tropical seco	68,12	14,11	**50**
Tropical muy húmedo		0,07	**70**

Provincias	**COS ref (t/ha)**
Las Palmas	**56**
Santa Cruz de Tenerife	**68**

Para estimar las variaciones en el contenido del carbono orgánico del suelo, partiendo de los COS_{REF} obtenidos de la forma descrita, se emplean los valores de referencia de los factores de uso de la tierra (F_{UT}), de laboreo (F_{RG}) y de aportes de carbono orgánico (F_E) que facilita GBP-LULUCF 2003 de IPCC y tomando, como periodo de transición, también el valor por defecto de 20 años de dicha Guía. En la tabla 7.3.6 se muestran estas ternas de factores para los distintos tipos de prácticas agrícolas sobre el suelo, y en la tabla 7.3.7 se muestran, como ilustración, los valores concretos de dichas ternas de factores para la región climática templada seca.

Tabla 7.3.6.- 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 7.3.7.- 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	1,34
Cubierta inerte	0,82	1,10	1,00
Sin mantenimiento	0,82	1,10	0,92
No laboreo	0,82	1,10	0,92

La metodología propuesta por GPG-2003 de IPCC para estimar las emisiones y la absorción de CO_2 por los suelos debido al uso y a la gestión de las tierras, toma como referencia la variación de las reservas de carbono orgánico (emisiones o absorciones de CO_2) en suelos minerales, las emisiones de CO_2 en suelos orgánicos (turberas) y las emisiones de CO_2 procedentes del encalado de suelos agrícolas.

En España no hay suelos orgánicos cultivados, y tampoco se produce encalado con fines agrícolas, por lo que la variación anual de las reservas de carbono en el suelo en tierras agrícolas que siguen siendo tierras agrícolas se correspondería con la variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales, en toneladas de C año^{-1}.

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 GBP-LULUCF 2003 de IPCC.

$$\Delta C_{\text{TATA MINERALES}} = [\Sigma_C \Sigma_S \Sigma_i \ (COS_{0} * S)_{csl} - \Sigma_C \Sigma_S \Sigma_i \ (COS_{(0-t)} * S)_{csl}] / T$$

$$COS = COS_{REF} * F_{UT} * F_{RG} * F_E$$

Donde:

$\Delta C_{\text{TATA MINERALES}}$ = 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, en toneladas de C ha-1

$COS_{(0-T)}$ = reservas de carbono orgánico del suelo T años antes del inventario, entoneladas de C ha-1

COS_{REF} = valor de referencia de las reservas de carbono, en toneladas de 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, en 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 GBP-LULUCF 2003 de IPCC es necesario primero clasificar la superficie nacional por zonas climáticas conforme a criterios de temperatura media anual, precipitación media anual y evapotranspiración potencial media anual (véanse figuras 7.3.3, 7.3.4 y 7.3.5 respectivamente). La obtención de las zonas climáticas y de sus áreas, véase figura 7.3.6, se realizó a través de sistemas de información geográfica partiendo de la información proporcionada por el Sistema de Información del Agua (SIA). 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 1940-2008. 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 GBP-LULUCF 2003 de IPCC con la capa de Comunidades Autónomas y se pudieron obtener superficies de las zonas climáticas existentes tanto a escala nacional como a escala autonómica. La partición de superficies de CCAA por zonas climáticas realizadas según el procedimiento anterior se presenta en la tabla 7.3.8.

Figura 7.3.3.- Mapa de la temperatura media anual (TMA) de la serie de 30 años (Fuente; SIA)

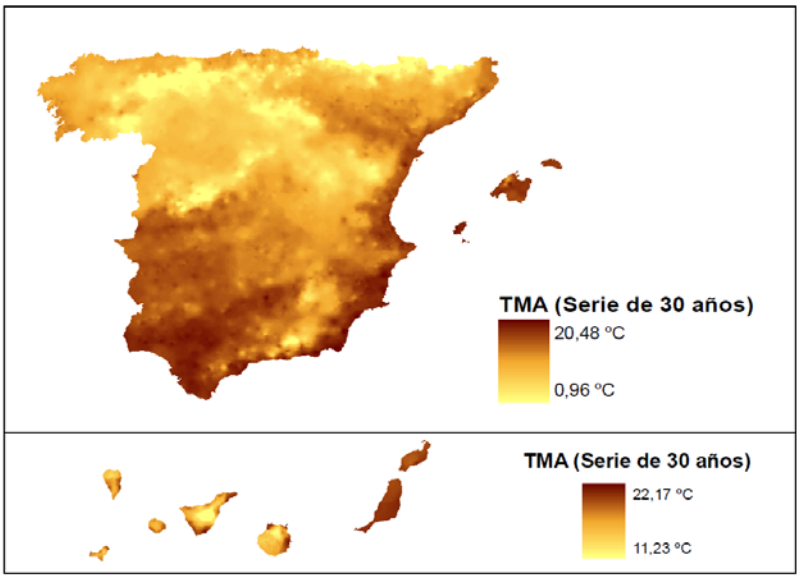


Figura 7.3.4.- Mapa de la precipitación media anual (PMA) de la serie de 30 años (Fuente; SIA)

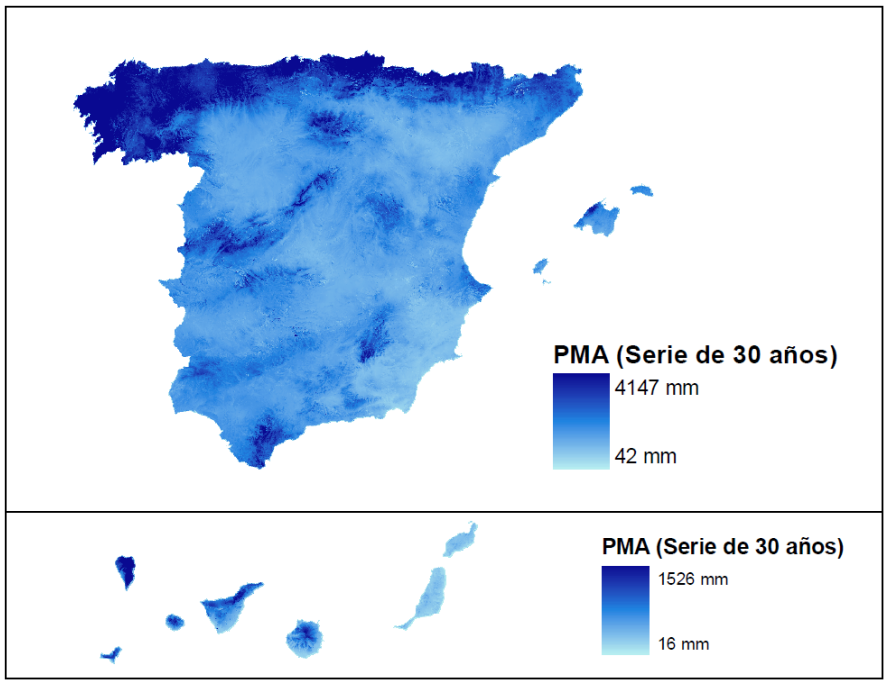


Figura 7.3.5.- Mapa de la evapotranspiración potencial media anual (ETP) de la serie de 30 años (Fuente; SIA)

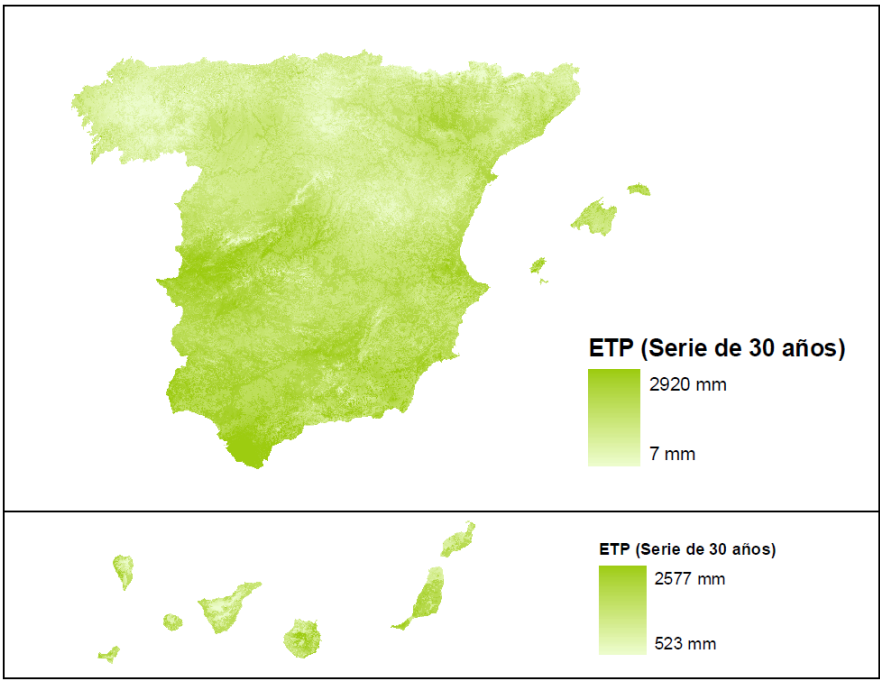


Figura 7.3.6.- Mapa de regiones climáticas por CCAA (Fuente; SIA)

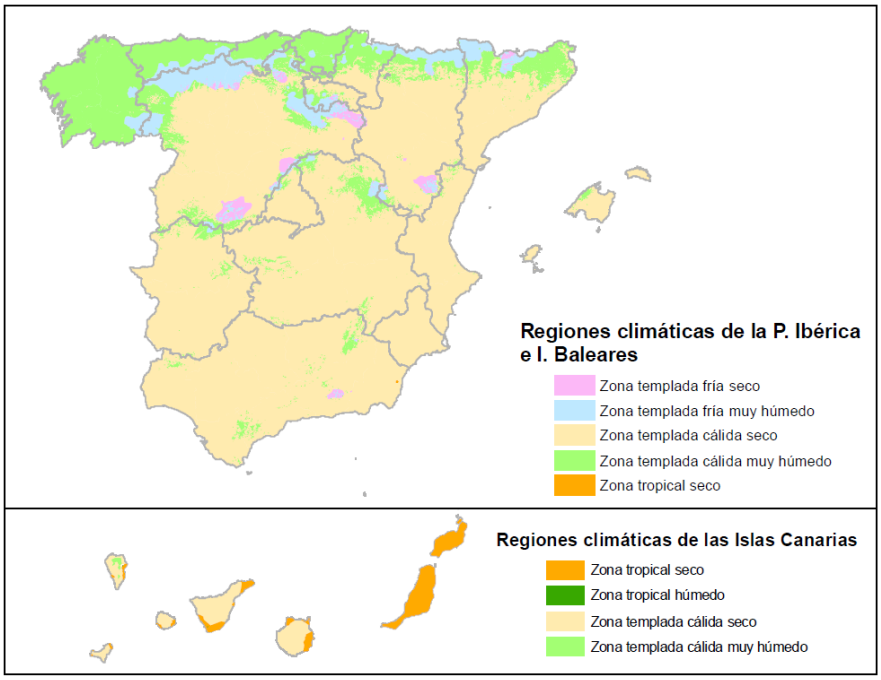


Tabla 7.3.8.- Composición en clases climáticas de las diferentes CCAA

CCAA		Boreal		Templada fría		Templada cálida		Tropical		
		Seca	Muy Húmeda	Seca	Muy Húmeda	Seca	Muy Húmeda	Seca	Húmeda	Muy húmeda
ANDALUCÍA	1	0,00	0,00	46.396,86	7.839,15	8.526.807,02	162.642,49	2.649,43	0,00	0,00
ARAGÓN	2	0,00	0,00	129.181,00	352.196,00	3.955.105,00	331.879,67	0,00	0,00	0,00
ASTURIAS (PRINCIP. DE)	3	0,00	0,00	205,01	240.471,01	205,00	813.627,00	0,00	0,00	0,00
BALEARES (ILLES)	4	0,00	0,00	0,00	0,00	463.651,01	22.620,24	0,00	0,00	0,00
CANARIAS	5	0,00	0,00	0,00	0,00	410.351,90	15.165,32	321.354,90	250,88	0,00
CANTABRIA	6	0,00	0,00	14.250,76	92.462,88	27.674,00	390.017,00	0,00	0,00	0,00
CASTILLA-LA MANCHA	7	0,00	0,00	13.225,27	76.266,48	7.462.364,61	389.528,00	0,00	0,00	0,00
CASTILLA Y LEÓN	8	0,00	0,00	566.819,00	1.298.993,00	6.574.787,00	968.583,00	0,00	0,00	0,00
CATALUÑA	9	0,00	0,00	56.925,00	286.393,00	2.189.354,00	669.633,00	0,00	0,00	0,00
COMUNIDAD VALENCIANA	10	0,00	0,00	0,00	0,00	2.307.640,74	14.127,17	68,47	0,00	0,00
EXTREMADURA	11	0,00	0,00	759,90	11.560,57	3.985.641,05	142.716,00	0,00	0,00	0,00
GALICIA	12	0,00	0,00	24,00	155.517,00	13.917,00	2.747.961,00	0,00	0,00	0,00
MADRID (COMUNIDAD DE)	13	0,00	0,00	3.716,25	22.662,53	740.358,45	35.499,83	0,00	0,00	0,00
MURCIA (REGIÓN DE)	14	0,00	0,00	0,00	0,00	1.127.499,32	125,25	422,38	0,00	0,00
NAVARRA (COM. FORAL DE)	15	0,00	0,00	245,00	99.313,00	464.499,00	457.384,00	0,00	0,00	0,00
PAÍS VASCO	16	0,00	0,00	1.364,03	43.951,07	34.583,00	639.123,00	0,00	0,00	0,00
RIOJA (LA)	17	0,00	0,00	16.665,30	118.915,39	297.701,44	70.872,94	0,00	0,00	0,00

En la tabla 7.3.9 se muestran las superficies, según tipo de prácticas de gestión de suelos de cultivos leñosos, que inciden en la variación del depósito de carbono orgánico del suelo (COS) y que han sido objeto de la aplicación de la metodología anteriormente descrita. La información se refiere al año 2008. La fuente de información utilizada sobre las superficies sometidas a prácticas específicas de gestión de suelo de cultivos leñosos ha sido la Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España (ESYRCE).

Tabla 7.3.9.- Prácticas gestión de suelo de cultivos leñosos en 2008 *(Cifras en ha)*

Laboreo tradicional	Laboreo mínimo	Cubierta vegetal espontánea	Cubierta vegetal sembrada	Cubierta inerte	Sin mantenimiento	No laboreo	Total
948.582	2.164.751	951.071	35.849	38.804	318.712	454.855	4.912.624

7.3.4.2.- Tierras que pasan a ser cultivos

No se han contabilizado conversiones de otros usos de tierras a tierras de cultivo.

7.3.5.- Incertidumbre y coherencia de series temporales

Véase epígrafe 7.1.5.

7.3.6.- Actividades de control y aseguramiento de la calidad

En esta edición del inventario se disponía de dos fuentes de información de estadísticas nacionales, por un lado, la Encuesta de Superficie y Rendimientos de Cultivos de España (ESYRCE) y, por otro, el AEM (Anuario de Estadística de Medioambiente)[22]. Se han empleado ambas por presentar unos niveles de correspondencia alta y manejar categorías en cuanto a cultivos leñosos y herbáceos, conceptos como el barbecho, etc. similares.

Por lo que respecta a la determinación de las tasas de ganancia y pérdida de carbono aplicadas para el cálculo del balance del carbono en los depósitos de biomasa viva, éstas han sido estimadas a partir de la información aportada por expertos en la materia. Las tasas y datos de biomasa disponibles para algunas tipologías de cultivos se han podido contrastar con otros estudios, presentando estimaciones similares.

Finalmente, los algoritmos de estimación y los resultados de los cálculos han sido revisados por el grupo GT-USCC.

7.3.7.- Nuevos cálculos

La estimación de flujos de emisiones y absorciones para esta categoría 5B de tierras agrícolas se presenta, por primera vez, en esta edición del inventario. Es por ello, que los nuevos cálculos, resulta *ex-novo* del tratamiento de la información sobre variables de actividad y la implementación de los algoritmos correspondientes.

[22] AEM sustituye, a partir de 2008, al antiguo Anuario de Estadística Agroalimentaria (AEA) que recogía todas las estadísticas relevantes de la agricultura y de la ganadería.

7.3.8.- Mejoras planificadas

Se está estudiando la posibilidad de incluir en futuros inventarios los cálculos correspondientes a otros factores que influyen en el balance de carbono en los depósitos del suelo y de la materia orgánica muerta en tierras agrícolas, en especial caracterizando las tasas de descomposición. Con este propósito, en la estimación de las variaciones de las reservas de carbono en los suelos se podrían incluir en estos cálculos y, si es posible disponer de dicha información, factores de variación de reservas específicos del país, en vez de utilizar valores por defecto de IPCC.

Por otra parte, se intentará precisar, para la categoría de otros cultivos leñosos, tasas y datos específicos desagregados por cada tipo de cultivo que ha sido necesario incorporar a esta categoría (es decir, frutales cítricos, frutales no cítricos y otros cultivos leñosos), con la finalidad de poder aportar resultados más detallados.

A la hora de realizar los cálculos del balance de carbono de la biomasa viva se podrían emplear funciones no lineales para la estimación de las tasas de acumulación y pérdida de biomasa viva.

7.4.- Pastizales (5C)

En esta sección se informa sobre las absorciones de carbono (CO_2) que tienen lugar, a lo largo del periodo inventariado 1990-2008, en los pastizales (GL) y que tienen su origen en la conversión de tierras agrícolas (CL) a pastizal (GL) y de las que se informa en la categoría 5C2. Las absorciones vienen determinadas por la fijación neta de carbono orgánico de los suelos (SOC) en las tierras convertidas de CL a GL.

Estimación de los flujos netos de carbono orgánico de los suelos

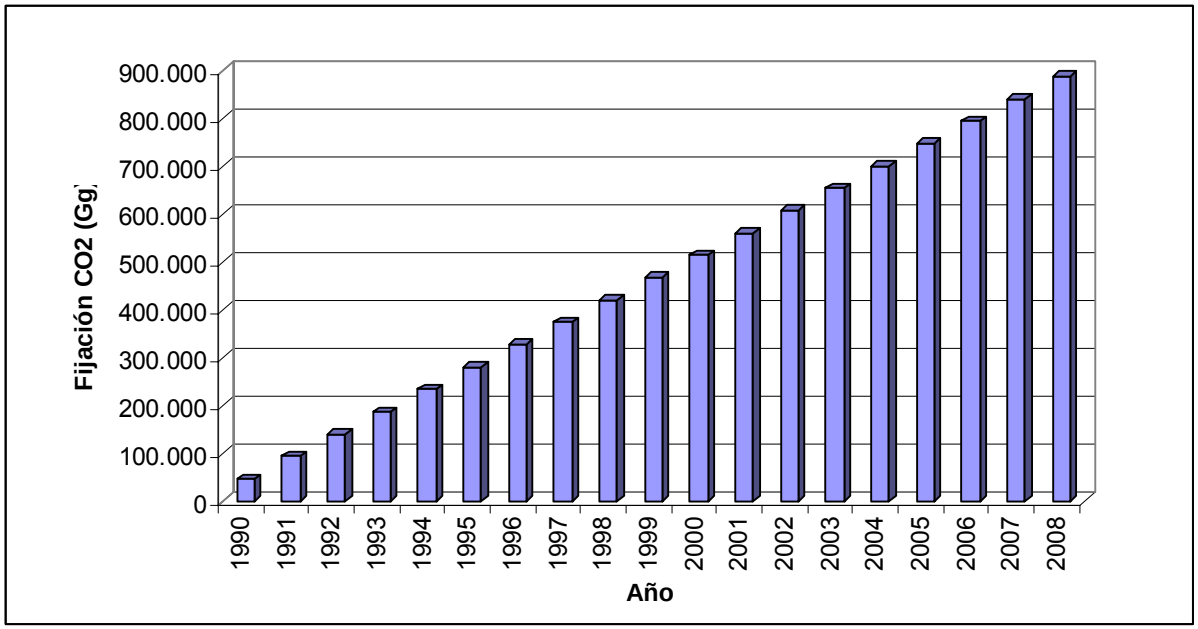
La cuantificación de la fijación de carbono orgánico de los suelos (COS), a lo largo del periodo 1990-2008, en los pastizales provenientes de la conversión de tierras de cultivo se muestra en la tabla 7.4.1 y se ilustra en la figura 7.4.1. Esta fijación de COS, debida a la conversión de tierras, se considera que está en transición durante un periodo de 20 años, valor por defecto de GBP-LULUCF 2003 de IPCC. La fijación de COS en las tierras convertidas se produce a lo largo de dicho periodo de 20 años, periodo en el que se asume las tierras pasan del COS de referencia inicial de las tierras de cultivo al COS final de los pastizales.

Tabla 7.4.1.- Fijación de COS en los pastizales provenientes de tierras de cultivo
(Cifras en Gg CO_2)

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
46.727	93.454	140.181	186.908	233.635	280.362	327.089	373.816	420.543	467.270

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
513.997	560.724	607.452	654.179	700.906	747.633	794.360	841.087	887.814

Figura 7.4.1.- Fijación de COS en los pastizales provenientes de tierras de cultivo *(Cifras en Gg de CO_2)*



7.4.1.- Descripción de la categoría

Se consideran pastizales las tierras con cubierta herbácea, exentas de vegetación arbórea, y dedicadas habitualmente al pastoreo. También comprenden pastizales, prados o praderas con arbolado adehesado, siempre que estas formaciones de arbolado adehesado no cumplan la definición de bosque (FL) ni sean clasificadas como tierras agrícolas (CL).

En esta categoría se consideran, en principio, tanto los pastizales que se mantienen como tales, categoría 5C1, como las tierras de otros usos convertidas a pastizales, categoría 5C2. En las conversiones de otras tierras a pastizal sólo se han identificado en esta edición del inventario las procedentes de tierras agrícolas.

En los pastizales que se mantienen como tales no se considera que tengan lugar variaciones netas de carbono, ni en la biomasa viva ni en los suelos, mientras no cambien los sistemas de gestión del pastizal. En cuanto al cambio de uso, la única conversión a pastizales que se ha detectado procede de tierras agrarias, generalmente por abandono de las mismas, lo que hace que se establezca una cubierta herbácea perenne y que de forma progresiva aumente el carbono orgánico del suelo (COS) al no practicarse el laboreo.

7.4.2.- Información para la representación de las superficies

La información para la representación de la superficie de tierras agrícolas (CL) convertidas a pastizal (GL), categoría 5C2, se ha tomado de las explotaciones cartográficas de CORINE LANDCOVER y del MFE50 considerando la superficie de pastizal a comienzos de 1990 y agregando cada año las conversiones de tierras agrícolas a pastizal. Estas

conversiones entre el inicio de 1990 y el final de 2006 se han obtenido de las citadas explotaciones cartográficas, asumiéndose para cada año del periodo 1990-2008 una tasa uniforme de conversión. Por su parte, la categoría de pastizales cede superficie a bosque (FL), a asentamientos (SL) y a "otras tierras" (OL), habiéndose estimado las superficies convertidas mediante las explotaciones cartográficas citadas.

7.4.3.- Usos y cambios de usos de la tierra: definiciones y sistema de clasificación

En el apéndice 7.1 se presenta la triple correspondencia entre clases de uso del suelo UNFCCC con las de CORINE LANDCOVER y MFE50. Esencialmente, los pastizales están formados por las siguientes clases de CORINE LANDCOVER (siempre que, si en éstas se establece una diferenciación por FCC, el valor de este parámetro sea < 20%):

- 231, 321.

- 242, 243, 244.

  Para estas categorías se realiza un desglose a un nivel superior de códigos de la codificación CORINE LANDCOVER para discriminar la parte que corresponde a pastizales (GL) y la parte que corresponde a tierras agrícolas (CL).

7.4.4.- Metodología

7.4.4.1.- Pastizales que se mantiene como pastizales

De acuerdo con la metodología de Nivel 1 de la GPG-2003, sólo deben considerarse los incrementos de carbono de los suelos, por tanto no se reportan cambios en la biomasa aérea. Los cambios de stocks de carbono en los suelos se deberían a los cambios en el sistema de gestión de dichos suelos, sin embargo, al no haber sido posible identificar hasta el momento dónde y qué cambios de gestión se han producido, no ha sido posible estimar los cambios de stocks de carbono en suelos de los pastizales que se mantienen como tales. Cabe señalar, en todo caso, que en los pastizales: i) no se realizan prácticas de *encalado* (adición de caliza a los suelos para corregir su acidez); ii) tampoco se realizan quemas, y iii) si se produce aplicación de fertilizantes, ésta queda englobada en el cálculo agregado del uso de fertilizantes en agricultura, por lo que las emisiones de GEI provenientes de los pastizales que permanecen como tales se consideran, de momento según la referida metodología de Nivel 1, en equilibrio neutro de carbono (etiqueta NE (BN))[23].

7.4.4.2.- Tierras que pasan a ser pastizales

Como resultado de la conversión de tierras de cultivo a pastizal, se asume que la vegetación anteriormente dominante es sustituida por un herbazal, por lo general no introducido por siembra. Se aplica la metodología de Nivel 1 de GPG-2003 y se considera

[23] NE (BN): No Estimado, asumiendo que se encuentra en Balance Neutro (BN) de carbono.

que el uso anterior es un cultivo anual (por lo general de cereal), por lo que se estima que no hay pérdidas en la biomasa aérea dado que la biomasa del pastizal como promedio es del mismo orden o superior.

Los cambios en los stocks de carbono en el suelo (COS) vienen determinados por la combinación de dos factores básicos: i) el COS_{CL} de referencia de la clase de la tierra que se convierte (CL) y el COS_{GL} de referencia de la clase de tierra a la que se convierte (GL); y ii) por los factores de uso de la tierra (F_{UT}), de gestión de la tierra (F_{RG}) y de aportes a la tierra (F_E), que se aplican a la tierra de origen (CL) y a la tierra de destino (GL).

Las tasas anuales de emisión (fuentes) o de absorción (sumideros) se calculan, según se expresa en la ecuación 7.4.1 siguiente como la diferencia de las reservas (a lo largo del tiempo) entre el uso final y el inicial, dividida por el número de años del período que transcurre hasta que el cambio se hace estacionario (valor por defecto: 20 años)

Ecuación 7.4.1.- Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales para un solo sistema de pradera
(ecuación 3.4.8 de GPG-2003)

$$\Delta C^{t}_{PP_{Minerales}} = \left[\left(COS^{GL}_{t} - COS^{CL}_{t-T}\right)\cdot S^{t}\right]/T$$
$$COS^{GL}_{t} = COS^{GL}_{REF}\cdot F^{GL}_{UT}\cdot F^{GL}_{RG}\cdot F^{GL}_{E}$$
$$COS^{CL}_{t} = COS^{CL}_{REF}\cdot F^{CL}_{UT}\cdot F^{CL}_{RG}\cdot F^{CL}_{E}$$

Donde:

$\Delta C^{t}_{PP_{Minerales}}$ = variación en el año *t* de las reservas de carbono en los suelos minerales convertidos de cultivos a pastizales, en toneladas de C año^{-1}

COS^{GL}_{t} = reservas de carbono orgánico en el suelo de pastizal en el año *t* de inventario, en toneladas de C ha^{-1}

COS^{CL}_{t-T} = reservas de carbono orgánico en el suelo agrícola T años antes del inventario, en toneladas de C ha^{-1}

T = período de variación incremental neta de carbono en suelos convertidos de cultivo a pastizal, en años (valor por defecto: 20 años)

S^{t} = superficie acumulada de tierras convertidas de cultivo a pastizal en el año *t* del inventario (siendo *t-T* < 20), en ha

COS^{GL}_{REF} = reservas de carbono de referencia del pastizal, en toneladas de C ha^{-1}; véase tabla 7.4.2

COS^{CL}_{REF} = reservas de carbono de referencia en tierras agrícolas, en toneladas de C ha^{-1}; véase tabla 7.4.2

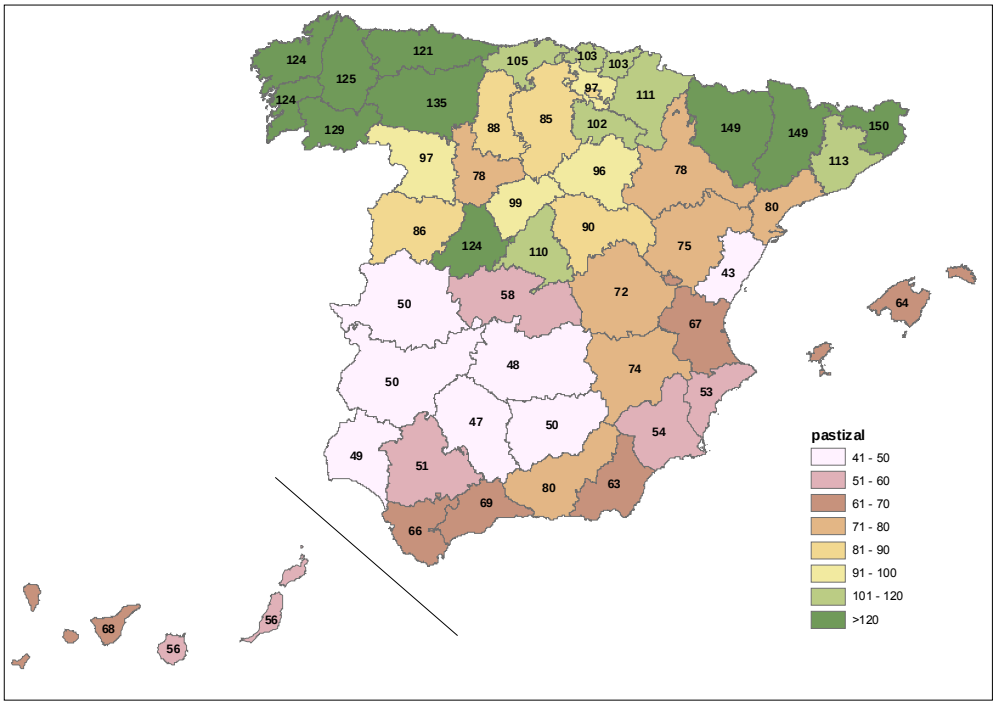
F_{UT}^{GL} , F_{UT}^{CL} = factores de variación de las reservas para el uso de la tierra en pastizal y en uso agrícola respectivamente; véase tabla 7.4.2

F_{RG}^{GL} , F_{RG}^{CL} = factor de variación de las reservas para el régimen de gestión en pastizal y en uso agrícola respectivamente; véase tabla 7.4.2

F_{E}^{GL} , F_{E}^{CL} = factor de variación de las reservas para el aporte de materia orgánica en pastizal y en uso agrícola respectivamente; véase tabla 7.4.2

El valor de COS_{REF}^{GL} se ha calculado a partir de la información de base del mapa de carbono orgánico en pastizales elaborado por el CEAM y que se presenta en la figura 7.4.2 con desglose por provincias (NUTS 3). Para obtener un valor medio nacional se ha ponderado los valores de COS provinciales de dicho mapa por las superficies de pastizales derivadas de la cartografía para el año 2006. Un tratamiento similar para obtener un valor medio nacional de COS_{REF}^{CL} se ha realizado a partir de la información de base de los datos provinciales de carbono orgánico en suelos agrícolas desglosados por provincias, ponderando los valores provinciales por las superficies de cultivo derivadas de la cartografía para el año 2006. El mapa, con los valores de COS_{REF}^{CL}, es el que aparece en la figura 7.3.2 de la sección anterior 7.3 "Cultivos agrícolas" de este capítulo. Los valores medios nacionales de COS_{REF}^{GL} (94,5 t C/ha) y COS_{REF}^{CL} (71 t C/ha) se muestran, más adelante, en la segunda fila de la tabla 7.4.2.

Figura 7.4.2.- Mapa de COS (t C/ha) en pastizales (hasta 1 m. de profundidad)



Fuente: CEAM para Península y Baleares. Elaboración propia a partir de GBP-LULUCF 2003 de IPCC para Canarias.

Los factores de uso de la tierra, de gestión de la tierra y de aportes a la tierra, tanto para el uso inicial (tierra agrícola), como para el uso final (pastizal), se presentan en la tabla 7.4.2. La referencia original de dichos parámetros es la GPG-2003 IPCC (tablas que se indican en las notas de la citada tabla 7.4.2), habiéndose basado la selección de los valores de los parámetros en el juicio de expertos nacionales del GT-USCC.

Tabla 7.4.2.- Valores seleccionados para la aplicación del Nivel 1 en la estimación de los cambios de stock en el carbono de los suelos agrícolas tras la conversión a pastizales

Parámetro	Valor inicial (tierra agrícola)	Valor final (pastizal)	Unidad
Superficie convertida anualmente	6.109(1)		ha
COS_{REF}	71(2)	94,5(2)	Toneladas C ha^{-1}
Factor Uso de la Tierra (F_{UT})	0,93(3)	1(4)	Adimensional
Factor Gestión (F_{RG})	1(5)	1,14(6)	Adimensional
Factor Aporte (F_E)	1(7)	1(8)	Adimensional

(1) Véase dato de 1990 en la tabla 7.4.6.
(2) Valores ya comentados en la exposición metodológica que precede a esta tabla.
(3) Véase tabla 3.3.4 de GPG-2003 IPCC (**identificador de fila**: Nivel "Barbecho menos de 20 años"; Régimen de temperatura "Clima templado y tropical"; Régimen de humedad "Seco"; Error = ± 10%; **identificador de columna**: valor por defecto de GPG-2003 IPCC)
(4) Véase tabla 3.4.5 de GPG-2003 IPCC (**identificador de fila**: Nivel "Todos"; Régimen climático "Todos"; Error = NA; **identificador de columna**: valor por defecto de GPG-2003 IPCC)
(5) Véase tabla 3.3.4 de GPG-2003 IPCC (**identificador de fila**: Nivel "Completo"; Régimen de temperatura "Clima templado"; Régimen de humedad "Seco/Húmedo"; Error = NA; **identificador de columna**: valor por defecto de GPG-2003 IPCC)
(6) Véase tabla 3.4.5 de GPG-2003 IPCC (**identificador de fila**: Nivel "Pradera mejorada"; Régimen climático "Templado/Boreal"; Error = ± 10%; **identificador de columna**: valor por defecto de GPG-2003 IPCC)
(7) Véase tabla 3.3.4 de GPG-2003 IPCC (**identificador de fila**: Nivel "Medio"; Régimen de temperatura "Templado"; Régimen de humedad "Seco/Húmedo"; Error = NA; **identificador de columna**: valor por defecto de GPG-2003 IPCC)
(8) Véase tabla 3.4.5 de GPG-2003 IPCC (**identificador de fila**: Nivel "Nominal"; Régimen climático "Todos"; Error = NA; **identificador de columna**: valor por defecto de GPG-2003 IPCC)

Se considera que esta conversión se produce en tierras agrícolas de cultivos de secano en las que se realizaban cultivos anuales, por lo general de cereales. La conversión es por tanto de tierras agrícolas a pastizales (CL a GL). Se estima que esta conversión entre el año 1990 y el año 2006 fue de 103.849 ha, por lo que se atribuye una conversión anual de 6.109 ha/año entre dichos años, promedio que se mantiene después hasta el año 2008.

La información sobre la variable de actividad, es decir, sobre las tierras agrícolas convertidas a pastizales a lo largo del periodo inventariado se muestra en la tabla 7.4.3 siguiente en la que se presentan las cifras en términos acumulados al año de referencia.

Tabla 7.4.3.- Tierras convertidas a pastizales (GL transición) a partir de CL *(Cifras en ha acumuladas al año)*

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
CL → GL	6.109	12.218	18.326	24.435	30.544	36.653	42.761	48.870	54.979	61.088

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CL → GL	67.196	73.305	79.414	85.523	91.631	97.740	103.849	109.958	116.067

7.4.5.- Incertidumbre y coherencia de series temporales

Véase epígrafe 7.1.5.

7.4.6.- Actividades de control y aseguramiento de la calidad

Se ha contrastado con la información presentada en la edición anterior del inventario que la superficie de tierras de cultivo convertida a pastizal se mantiene en un valor bastante similar en lo que se refiere a la tasa de conversión anual, y por tanto, al agregado de tierra convertida, salvedad hecha de que en esta edición la serie inventariada cubre también el año 2008, es decir, un año más que el informado en la edición anterior del inventario.

Para los parámetros de referencia de carbono orgánico en suelos (*COS*) en el uso anterior a la conversión, el correspondiente a tierras agrícolas (COS_{REF}^{CL}), y en el uso tras la conversión a pastizal (COS_{REF}^{GL}), se han tomado las mejores fuentes de referencia entre la amplia documentación técnica examinada.

7.4.7.- Nuevos cálculos

Con relación a la edición anterior del inventario, la estimación difiere en lo que concierne a los dos elementos siguientes:

- Variación en la superficie estimada de conversión de CL a GL.
- Cambio del método de estimación, que ha pasado del enfoque de Nivel 1 (Tier 1) de IPCC, con uso de valores por defecto de los parámetros tomados de esta Guía, a un enfoque de Nivel 2 (Tier 2) con parámetros específicos nacionales como se ha comentado en detalle en el epígrafe 7.4.4.2.

7.4.8.- Mejoras planificadas

Se prevé de cara al futuro examinar en mayor profundidad la exactitud y precisión de la estimación realizada sobre la superficie convertida de tierras de cultivo a pastizal.

7.5.- Humedales (5.D)

En esta sección debe informarse sobre los eventuales flujos de emisiones y absorciones que tienen lugar en los humedales (WL), tanto en la categoría 5D1 de humedales que se mantienen como tales, como en la categoría 5D2 de tierras convertidas a humedales.

En esta edición del inventario no se han identificado cambios en las superficies de humedales, por lo que las 84.009 ha. de tierras clasificadas como humedales permanecen como tales durante toda la serie temporal 1990-2008.

7.5.1.- Descripción de la categoría

Según la GBP-LULUCF 2003 de IPCC, se consideran humedales todas las superficies cubiertas o saturadas del agua durante la totalidad o parte del año. Esta definición es conforme con la dada en el epígrafe 7.1.1 respecto a esta categoría de uso del suelo. No obstante, y como se especificará con más detalle en el epígrafe 7.5.3, la cobertura de tierras consideradas dentro de esta clase en el inventario es relativamente limitada y se concreta a los siguientes tipos de cobertura de la tierra: humedales y zonas pantanosas, turberas y prados turbosos, y marismas. El establecimiento de esta cobertura limitada ha tenido por objeto concretar los humedales a aquellas zonas cubiertas o saturadas de agua donde la presencia de vegetación sea importante y como consecuencia de ello los flujos de emisiones y absorciones de metano y óxido nitroso.

Esas emisiones y absorciones potenciales de metano y óxido nitroso en los humedales que se mantienen como tales está siendo objeto de investigación con el objetivo de informar en un futuro de ellas en la categoría 5D1.

7.5.2.- Información para la representación de las superficies

La información para la representación de la superficie de los humedales (WL) se ha tomado de las explotaciones cartográficas de CORINE LANDCOVER y del MFE50, considerando la superficie de humedal a comienzos de 1990. No se han identificado cambios en dicha superficie, por lo que la superficie se mantiene uniforme a lo largo del periodo inventariado.

7.5.3.- Usos y cambios de usos de la tierra: definiciones y sistema de clasificación

En el apéndice 7.1 se presenta la triple correspondencia entre clases de uso del suelo UNFCCC con las de CORINE LANDCOVER y MFE50. Esencialmente, los humedales, según el criterio restringido adoptado para los mismos en el inventario, están formados por las siguientes clases de CORINE LANDCOVER:

- 411 (humedales y zonas pantanosas), 412 (turberas y prados turbosos), 421 (marismas).

En una definición amplia de los humedales (WL), no considerada así en el inventario, entrarían adicionalmente las siguientes clases de CORINE LANDCOVER:

- 422, 423, 511, 512, 521, 522.

7.5.4.- Metodología

No se ha implementado todavía una metodología para la estimación de las potenciales emisiones y absorciones de los humedales que permanecen como tales. Es por ello que no se reporta ninguna estimación de emisiones y absorciones para esta categoría en la actual edición del inventario.

7.5.5.- Incertidumbres y coherencia de series temporales

Al no haber realizado estimación de emisiones y absorciones no se informa sobre este punto.

En cuanto a la superficie de humedales que se mantienen como tales, la serie se considera temporalmente homogénea. De hecho, la cobertura de esta clase de uso, en el sentido limitado del inventario, goza de especial protección, y no son previsibles cambios significativos en su superficie.

7.5.6.- Actividades de control y aseguramiento de la calidad

No se han realizado actividades específicas relacionadas con este punto, salvo en la consideración de los datos de superficie que sí se consideran contrastados.

7.5.7.- Nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos con respecto al envío anterior.

7.5.8.- Mejoras planificadas

De acuerdo con lo comentado en el apartado 7.5.1 se pretende, para una edición futura del inventario, desarrollar un procedimiento de estimación para las emisiones y absorciones de metano y óxido nitroso en los humedales que permanecen como tales.

Asimismo, se están revisando los datos de actividad de algunas empresas registradas en el sector de extracción y manipulación de la turba, para determinar si se producen extracciones en nuestro territorio. De momento y a falta de esta información se han considerado no existentes, dada la pequeña extensión de turberas y el carácter de protección a que están sometidas.

7.6.- Asentamientos (5.E)

En esta sección se informa sobre las emisiones de carbono (CO_2) originadas por la conversión de otras tierras (FL, CL, GL y OL) a asentamientos (SL). La emisión se ha calculado para cada año del periodo inventariado, 1990-2008, sobre la base del carbono de la biomasa viva aérea (pérdidas de) que previamente existía en las tierras convertidas a asentamientos.

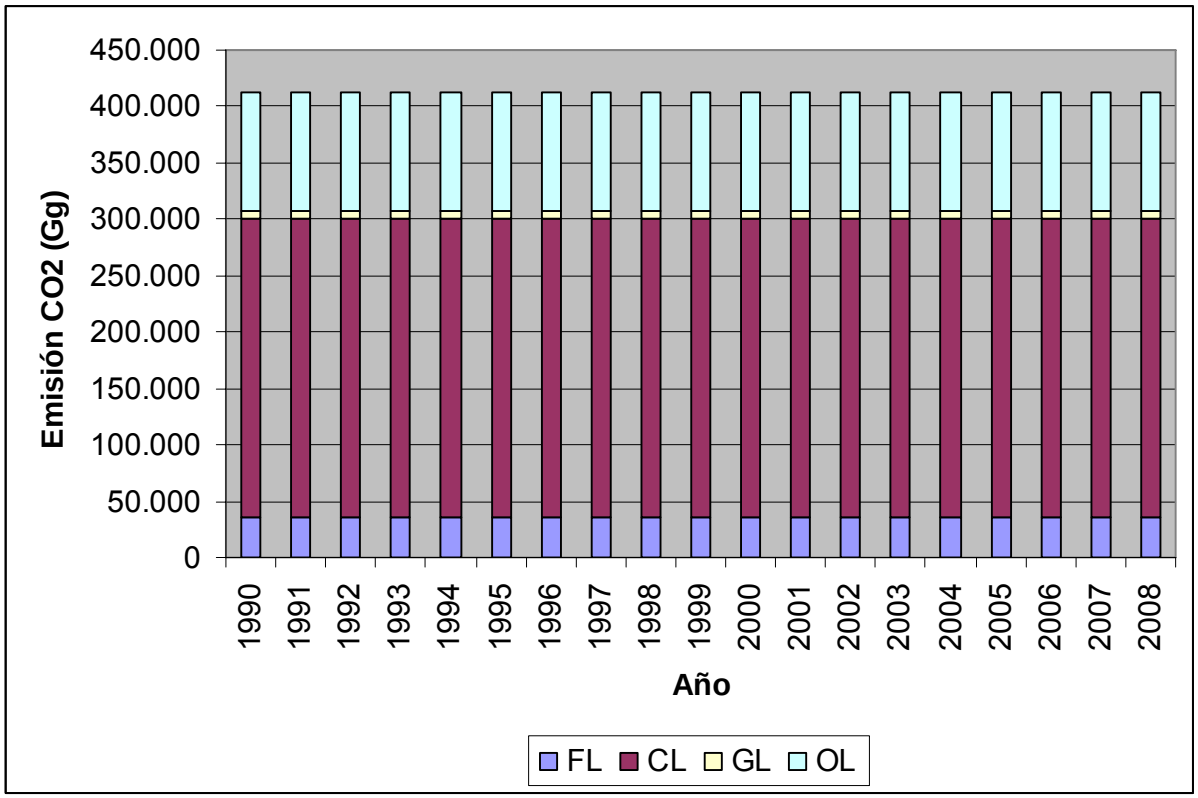
En la tabla 7.6.1 y en la figura 7.6.1 se muestra la evolución de las emisiones de CO_2 originadas, a lo largo del periodo inventariado 1990-2008, por la conversión de FL, CL, GL y OL a asentamientos (SL).

Tabla 7.6.1.- Emisiones de carbono en la conversión de tierras a asentamientos *(Cifras en Gg de CO_2)*

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
FL	35.501	35.501	35.501	35.501	35.501	35.501	35.501	35.501	35.501	35.501
CL	264.493	264.493	264.493	264.493	264.493	264.493	264.493	264.493	264.493	264.493
GL	6.610	6.610	6.610	6.610	6.610	6.610	6.610	6.610	6.610	6.610
OL	106.696	106.696	106.696	106.696	106.696	106.696	106.696	106.696	106.696	106.696

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
FL	35.501	35.501	35.501	35.501	35.501	35.501	35.501	35.501	35.501
CL	264.493	264.493	264.493	264.493	264.493	264.493	264.493	264.493	264.493
GL	6.610	6.610	6.610	6.610	6.610	6.610	6.610	6.610	6.610
OL	106.696	106.696	106.696	106.696	106.696	106.696	106.696	106.696	106.696

Figura 7.6.1.- Emisiones de carbono en la conversión de tierras a asentamientos *(Cifras en Gg de CO_2)*



7.6.1.- Descripción de la categoría

El uso del suelo de Asentamientos, o artificial, (SL), comprende toda la tierra desarrollada, con inclusión de la infraestructura de transporte y los asentamientos humanos de todo tamaño, a menos que estén incluidos en otras categorías.

En esta categoría se consideran, en principio, tanto los asentamientos que se mantienen como tales, categoría 5E1, como las tierras de otros usos convertidas a asentamientos, categoría 5E2. En las conversiones de otras tierras a asentamientos se han

identificado en esta edición del inventario las procedentes de bosques, de tierras agrícolas, de pastizales y de otras tierras.

7.6.2.- Información para la representación de las superficies

La información para la representación de las superficies de bosque (FL), de tierras agrícolas (CL), de pastizales (GL) y de otras tierras (OL) convertidas a asentamientos (SL), categoría 5E2, se ha tomado de las explotaciones cartográficas de CORINE LANDCOVER y del MFE50 considerando la superficie de asentamientos a comienzos de 1990 y agregando cada año las conversiones de tierras forestales agrícolas, pastizales y otras tierras. Estas conversiones entre el inicio de 1990 y el final de 2006 se han obtenido de las citadas explotaciones cartográficas, asumiéndose para cada año del periodo 1990-2008 una tasa uniforme de conversión. No se han identificado conversiones de asentamientos a otros usos de la tierra.

La superficie de asentamientos sufre un crecimiento de 389 miles de ha a lo largo del periodo 1990-2008, cifra a la que contribuyen las conversiones a asentamientos de tierras de cultivo (274), pastizales (43), otras tierras (62) y bosques (10). El incremento anual a lo largo de la serie temporal considerada de aproximadamente unas 20,5 miles de ha.

7.6.3.- Usos y cambios de usos de la tierra: definiciones y sistema de clasificación

En el apéndice 7.1 se presenta la triple correspondencia entre clases de uso del suelo UNFCCC con las de CORINE LANDCOVER y MFE50. Esencialmente, los asentamientos están formados por las siguientes clases de CORINE LANDCOVER:

- 111, 112, 121, 122, 123, 124, 133, 141, 142.

Como excepción, se señalan dentro del grupo 1 de CORINE LANDCOVER las clases 131 “zonas de extracción minera” y 132 “escombreras y vertederos” que en el inventario se han asignado a la categoría “otras tierras” (OL).

7.6.4.- Metodología

7.6.4.1.- Asentamientos que se mantiene como asentamientos

Dado que las metodologías para la estimación de las fuentes y sumideros en los asentamientos que permanecen como asentamientos se encuentran todavía en desarrollo por parte de IPCC, (se incluyen como un Anexo en GBP-LULUCF 2003 de IPCC), no se ha abordado la estimación de emisiones o captaciones de esta categoría.

7.6.4.2.- Tierras que pasan a ser asentamientos

La biomasa viva aérea que se elimina en la conversión de las clases de uso más arriba citadas a asentamientos depende de la clase de uso inicial. El cálculo de la variación

del depósito de biomasa aérea, medido en términos de carbono, se calcula de acuerdo con la ecuación 7.6.1 que figura más abajo, realizándose después la conversión a flujos en términos de CO_2 multiplicando por el factor de expansión (44/12) de masa de carbono a masa de CO_2.

Ecuación 7.6.1.- Cálculo de la variación de carbono de la biomasa aérea en la conversión de tierras a asentamientos (SL)

$$\Delta C_{X \to SL}^{AGB} = \sum_{X} A_{X \to SL} \left(C_{X}^{AGB} - C_{SL}^{AGB} \right)$$

$$\Delta C_{X \to SL}^{AGB} = \sum_{X} A_{X \to SL} \cdot C_{X}^{AGB}$$

donde:

$\Delta C_{X \to SL}^{AGB}$ = Variación del depósito de carbono en la biomasa aérea debido al cambio de uso de la categoría X a asentamiento SL; y donde X = FL, CL, GL y OL (t C/año).

$A_{X \to SL}$ = Superficie de la clase de uso X que se convierte a SL (ha/año).

C_{X}^{AGB} = Depósito de carbono en la biomasa aérea de la clase X que se convierte a SL (t C ha^{-1}).

C_{SL}^{AGB} = Depósito de carbono en la biomasa aérea del asentamiento (t C ha^{-1}) (que por defecto se va a suponer igual a cero).

El término C_{X}^{AGB} es el que se corresponde con los factores por hectárea del carbono contenido en la biomasa viva aérea de las distintas clases de usos X (FL, CL, GL y OL) de la tierra que se convierten a asentamientos. En la tabla 7.6.1 siguiente se presentan los valores seleccionados (y la incertidumbre asociada) para estos factores indicándose sus fuentes de procedencia.

El valor del factor de FL → SL se ha estimado a partir de los datos de volumen maderable con corteza (VCC, expresados en m^3/ha) desglosados por provincia y procedentes del IFN3. Con estos valores se ha estimado una media nacional ponderando los valores provinciales de VCC por las superficies provinciales derivadas de la cartografía correspondientes a la conversión de tierras de FL → SL. El valor medio nacional se ha multiplicado por una densidad media (0,6 t masa seca/m3) y por el factor de conversión de masa seca a carbono (0,5) para obtener el dato final de 17,9 t C/ha. No se ha realizado la expansión de VCC a biomasa viva aérea por considerar que la exclusión de este factor de expansión podría compensar la menor masa existente en las áreas deforestadas respecto al volumen VCC medio del área total del IFN3 (asumiendo que las áreas deforestadas tienen esa menor densidad de volumen maderable que la media del inventario forestal). El valor de OL → SL se ha estimado por el equipo de trabajo del inventario igual a la mitad del valor correspondiente a FL → SL, asumiendo aquí una densidad alta de la biomasa aérea de la

vegetación (matorral) de OL. Los factores de CL → SL y GL → SL, son valores por defecto tomados de GPG-2003 IPCC según queda referenciado en la tabla 7.6.1.

Tabla 7.6.1.- Factores de emisión en la conversión de tierras a asentamientos (SL)

Conversión de tierra	t C/ha	Error[(1)]	Fuente
FL → SL	17,9[(2)]	± 25%[(3)]	Equipo de trabajo del inventario
CL → SL	5,0	± 75%	Tabla 3.4.8 (Cultivos anuales) GBP-LULUCF 2003 de IPCC
GL → SL	0,8[(4)]	± 75%	Tabla 3.4.2 (Zona climática templada cálida - seca) GBP-LULUCF 2003 de IPCC
OL → SL	8,9[(5)]	± 50%	Equipo de trabajo del inventario

FL: Bosque; CL: Tierras agrícolas; GL: Pastizales; OL: Otras tierras; SL: Asentamientos.
(1) Representa una estimación nominal del error, equivalente a dos veces la desviación típica, como porcentaje de la media.
(2) Calculado a partir de la media nacional del valor del volumen maderable con corteza del IFN3.
(3) Valor de incertidumbre estimado por el equipo de trabajo del inventario.
(4) La cifra original (1,6) correspondía a masa seca. Multiplicando la cifra anterior por 0,5 se obtiene el valor de 0,8 en masa de carbono.
(5) Valor derivado con la mitad del correspondiente a FL → SL (8,9 = 17,9/2).

La aplicación de los factores de emisión más arriba comentados sobre las superficies de las distintas clases (FL, CL, GL y OL) de uso del suelo convertidas a asentamientos en cada año del periodo inventariado, superficies que se muestran en la tabla 7.6.2 siguiente, permite la obtención, según la ecuación 7.6.1, de la variación del stock de carbono en la biomasa viva aérea en la conversión de dichas tierras a asentamientos.

Tabla 7.6.2.- Superficies de las distintas clases de uso (FL, CL, GL, OL) que se convierten cada año a SL *(Cifras en ha)*

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
SL transición	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468
FL → SL	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540
CL → SL	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427
GL → SL	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254
OL → SL	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SL transición	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468	20.468
FL → SL	540	540	540	540	540	540	540	540	540
CL → SL	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427	14.427
GL → SL	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254	2.254
OL → SL	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248	3.248

Variaciones en los depósitos de carbono distintos de la biomasa aérea

En cuanto a la biomasa viva subterránea no se ha estimado la variación del stock de carbono para ninguna de las clases de usos del suelo convertidas a asentamientos, por desconocerse el grado en que tal biomasa puede permanecer bajo el suelo del

asentamiento, teniendo en cuenta el sellado del suelo que se produce en muchos asentamientos.

En cuanto a la materia orgánica muerta, no se ha estimado la variación de carbono de este depósito en los casos de conversión de CL → SL y de GL → SL por entender que el contenido en los depósitos de origen pueden asumirse como nulos o muy reducidos; mientras que en el caso de las conversiones de FL → SL, deforestación, y de OL → SL no se ha estimado la pérdida en materia orgánica muerta por carecer de información contrastada sobre los stocks de este depósito en los usos iniciales FL y OL de las tierras convertidas.

En cuanto al carbono orgánico en los suelos no se han estimado variaciones del stock en ninguna de las clases de usos de la tierra convertidos a asentamientos por desconocerse el grado en que tal biomasa puede permanecer bajo el suelo del asentamiento, como se ha comentado más arriba respecto al sellado del suelo, y por no disponer de un método adoptado por UNFCCC.

7.6.5.- Incertidumbres y coherencia de series temporales

Véase epígrafe 7.1.5.

7.6.6.- Actividades de control y aseguramiento de la calidad

Se ha realizado una contrastación con la información presentada en la edición anterior del inventario en cuanto a la superficie inicial de asentamientos en el año 1990 y a las superficies convertidas a asentamientos procedentes de otros usos de la tierra, comprobándose que se mantienen en valores bastante similares, salvedad hecha de que en esta edición la serie inventariada cubre también el año 2008, es decir, un año más que el informado en la edición anterior del inventario.

7.6.7.- Nuevos cálculos

Con relación a la edición anterior del inventario, la estimación difiere en lo que concierne a los dos elementos siguientes:

- Variación en la superficie estimada de conversión de otros usos de la tierra (FL, CL, GL y OL) a asentamientos (SL).

- Implementación por primera vez en esta edición del inventario de la estimación de la biomasa viva aérea perdida como consecuencia de la conversión de otros usos de la tierra a asentamientos. Básicamente la metodología sigue un enfoque de Nivel 1 (Tier 1) con parámetros por defecto de IPCC, excepto para la conversión de FL y OL a SL en que se han utilizado parámetros nacionales seleccionados por el equipo de trabajo del inventario.

7.6.8.- Mejoras planificadas

De cara al futuro se pretende investigar una metodología para cuantificar las eventuales variaciones en los depósitos de carbono de biomasa viva subterránea, madera muerta y detritus, y carbono orgánico de los suelos, cuando sea procedente en función del tipo de uso previo de las tierras convertidas a asentamientos.

7.7.- Otras tierras (5.F)

En esta sección debe informarse sobre los eventuales flujos de emisiones y absorciones que tienen lugar en "otras tierras" (OL), tanto en la categoría 5F1 de otras tierras que se mantienen como tales, como en la categoría 5F2 de tierras convertidas a "otras tierras".

En esta edición del inventario se han identificado conversiones a "otras tierras" (OL) procedentes de tierras agrícolas (CL) y pastizales (GL). Sin embargo, para estas conversiones no se han estimado emisiones/absorciones aunque se considera que básicamente no resultan en fuentes de emisión. Por otra parte, se han estimado conversiones de "otras tierras" (OL) a bosques (FL) y a asentamientos (SL), como ya se ha informado en las secciones correspondientes anteriores.

7.7.1.- Descripción de la categoría

Según se ha definido en el epígrafe 7.1.1, la categoría 5F "otras tierras" comprende suelo desnudo, roca, hielo y otras áreas de tierra que no entran en ninguna de las categorías anteriores.

La gran superficie recogida en esta clase OL, de unos 10 millones de hectáreas, se debe a que en ellas se han incluido todos los matorrales, arbolado por debajo del 20 % de cabida cubierta. Este valor del 20% constituye el umbral del parámetro de FCC a partir del cual las áreas arboladas se integran dentro de la categoría de bosque (FL). El uso OL incluye también otras superficies que podrían encuadrarse, según se ha comentado más arriba, dentro de las clases pastizal (GL) y humedales (WL).

7.7.2.- Información para la representación de las superficies

La información para la representación de las superficies de "otras tierras" (OL) se ha tomado de las explotaciones cartográficas de CORINE LANDCOVER y del MFE50 considerando la superficie de OL a comienzos de 1990 y agregando cada año las conversiones a OL, procedentes de tierras agrícolas (CL) y de pastizales (GL), y restando las conversiones de OL a bosque (FL) y a asentamientos (SL). Estas conversiones entre el inicio de 1990 y el final de 2006 se han obtenido de las citadas explotaciones cartográficas, asumiéndose para cada año del periodo 1990-2008 una tasa uniforme de conversión.

7.7.3.- Usos y cambios de usos de la tierra: definiciones y sistema de clasificación

En el apéndice 7.1 se presenta la triple correspondencia entre clases de uso del suelo UNFCCC con las de CORINE LANDCOVER y MFE50. Esencialmente, las "otras tierras" (OL) están formadas por las siguientes clases de CORINE LANDCOVER:

- 131, 132.
- 311, 312, 313, siempre que FCC < 20%.
- 322, 323.
- 324, siempre que FCC < 20%.
- 331, 332, 333.
- 334, siempre que FCC < 20%.
- 335.
- 422, 423, 511, 512, 521, 522.
- Dehesa según CORINE LANDCOVER y MFE50, siempre que FCC < 20%.
- Dehesa según MFE50, siempre que FCC < 20%.

7.7.4.- Metodología

No se ha implementado todavía una metodología para la estimación de las potenciales emisiones y absorciones de las superficies de "otras tierras" (OL) que permanecen como tales, aunque se puede estimar que se encuentran en un balance neutro de carbono. Tampoco se han estimado las potenciales emisiones y absorciones de las conversiones de tierras agrícolas (CL) y de pastizales (GL) a "otras tierras" (OL), aunque se puede considerar que básicamente estas conversiones no constituyen fuentes emisoras.

7.7.5.- Incertidumbres y coherencia de series temporales

Al no haber realizado estimación de emisiones y absorciones no se informa sobre este punto.

7.7.6.- Actividades de control y aseguramiento de la calidad

No se han realizado actividades específicas relacionadas con este punto, salvo en la consideración de los datos de superficie que sí se consideran contrastados.

7.7.7.- Nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos con respecto al año anterior.

7.7.8.- Mejoras planificadas

Se está iniciando una investigación para cuantificar el crecimiento del depósito de la biomasa del matorral especialmente en las conversiones de tierras agrícolas y pastizales a "otras tierras".

7.8.- Otros

No se informa de momento sobre productos maderables en esta edición del inventario. Se esta estudiando la posibilidad de hacerlo en ediciones futuras.

7.9.- Emisiones directas de N_2O por fertilizaciones de N en bosques y otros

En España no se fertilizan los suelos forestales. En cualquier caso, todas las emisiones de fertilizantes nitrogenados se incluyen en Agricultura (sector 4).

7.10.- Emisiones de gases distintos del CO_2 por drenaje de suelos forestales y humedales

En España no se drenan este tipo de suelos.

7.11.- Emisiones de N_2O por alteraciones asociadas con conversión de otros usos de tierra a tierras agrícolas

No se ha identificado ninguna superficie que pase a tierras de cultivo desde otro uso del suelo, por lo que no se consideran estas emisiones.

7.12.- Emisiones de CO_2 por aplicación de enmiendas calizas en agricultura

No se tiene constancia de aplicación de enmiendas calizas en España.

7.13.- Quema de biomasa

La información correspondiente a la quema de biomasa en terrenos forestales se recoge en el apartado 7.2. (bosques). Para el resto de usos del suelo, o no ocurre o no se estima.

REFERENCIAS

- Directrices del IPCC revisadas en 1996 para Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero (*Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*), referidas como Guías IPCC 1996.

- Guía de Buenas Prácticas para el Uso de la Tierra, el Cambio de Uso de la Tierra y la Silvicultura *(Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, 2003*), referida como GBP-LULUCF 2003 de IPCC.

- Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories), referida como GBP-2000 de IPCC.

- Inventario Forestal Nacional (IFN)
  - IFN2. ICONA Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-1995). Instituto Nacional de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
  - IFN3. DGB Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2007). Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

- CORINE LANDCOVER 1990, 2000 y 2006 (CLC90, CLC00 y CLC06, respectivamente), realizado por el Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Fomento.

- Mapa Forestal Español (MFE50), de la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (realizado entre los años 1998 y 2007).

- Forestación de tierras agrícolas por la Política Agrícola Común, información aportada por la Dirección General de Desarrollo Sostenible del Medio Rural, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

- Repoblaciones en el ámbito de la política forestal, información aportada por la Dirección General de Medio Natural Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

- Mapa de productividad potencial forestal de España. Ministerio de Medio Ambiente, 2000.

- Factores de Expansión de Biomasa (BEF·D), validados internacionalmente a través de la acción COST-E21. Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF).

- Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (2009). Inventario de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera 1990-2007. Vol. 2 de 2: Análisis por Actividades Emisoras de la Nomenclatura SNAP-97, capítulo 11.3.

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

Apéndice 7.1

Correspondencia entre clases UNFCCC y CORINE-LANDCOVER y Mapa Forestal

Corine		Mapa Forestal		Categoría UNFCCC	Observaciones
Código	Descripción	FCC	Tipo Estructural		
11100	Tejido urbano contínuo			SL	
11210	Estructura urbana abierta			SL	
11220	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			SL	
12100	Zonas industriales o comerciales			SL	
12110	Zonas industriales			SL	
12120	Grandes superficies de equipamientos y servicios			SL	
12210	Autopistas, autovías y terrenos asociados			SL	
12220	Complejos ferroviarios			SL	
12300	Zonas portuarias			SL	
12400	Aeropuertos			SL	
13100	Zonas de extracción minera			OL	
13200	Escombreras y vertederos			OL	
13300	Zonas en construcción			SL	
14100	Zonas verdes urbanas			SL	
14200	Instalaciones deportivas y recreativas			SL	
14210	Campos de golf			SL	
14220	Resto de instalaciones deportivas y recreativas			SL	
21100	Tierras de labor en secano			CL	
21210	Cultivos herbáceos en regadío			CL	
21220	Otras zonas de irrigación			CL	
21300	Arrozales			CL	
22100	Viñedos			CL	
22110	Viñedos en secano			CL	
22120	Viñedos en regadío			CL	
22210	Frutales en secano			CL	
22221	Cítricos			CL	
22222	Frutales tropicales			CL	
22223	Otros frutales en regadío			CL	
22300	Olivares			CL	
22310	Olivares en secano			CL	
22320	Olivares en regadío			CL	
23100	Prados y praderas			GL	
24100	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes			CL	
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano			CL	
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío			CL	
24210	Mosaico de cultivos anuales con praderas y/o pastizales			242	a
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano			GL	
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano			CL	
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano			CL	
24220	Mosaico de cultivos permanentes			CL	
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío			GL	
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío			CL	
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío			CL	
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío			CL	
24300	Terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación			243	a
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios de vegetación natural y semi-natural			CL	
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios de vegetación natural y semi-natural			CL	
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural			GL	
24400	Sistemas agroforestales			244	a
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adehesado			GL	
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adehesado			CL	
31110	Perennifolias	>=20		FL	

Correspondencia entre clases UNFCCC y CORINE-LANDCOVER y Mapa Forestal

Corine		Mapa Forestal		Categoría UNFCCC	Observaciones
Código	Descripción	FCC	Tipo Estructural		
31110	Perennifolias	<20		OL	
31111	Perennifolias esclerofilas y quejigares	>=20		FL	
31111	Perennifolias esclerofilas y quejigares	<20		OL	
31120	Caducifolias y marcescentes	>=20		FL	
31120	Caducifolias y marcescentes	<20		OL	
31130	Otras frondosas de plantación	>=20		FL	
31130	Otras frondosas de plantación	<20		OL	
31140	Mezclas de frondosas	>=20		FL	
31140	Mezclas de frondosas	<20		OL	
31150	Bosques de ribera	>=20		FL	
31150	Bosques de ribera	<20		OL	
31160	Laurisilva macaronésica	>=20		FL	
31160	Laurisilva macaronésica	<20		OL	
31210	Bosques de coníferas de hojas aciculares	>=20		FL	
31210	Bosques de coníferas de hojas aciculares	<20		OL	
31220	Bosques de coníferas de hojas de tipo cupresáceo	>=20		FL	
31220	Bosques de coníferas de hojas de tipo cupresáceo	<20		OL	
31300	Bosque mixto	>=20		FL	
31300	Bosque mixto	<20		OL	
32110	Pastizales supraforestales			GL	
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos			GL	
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos			GL	
32120	Otros pastizales			GL	
32121	Otros pastizales templado oceánicos			GL	
32122	Otros pastizales mediterráneos			GL	
32210	Landas y matorrales en climas h·medos. Vegetación mesófila			OL	
32210	Landas y matorrales en climas h·medos. Vegetación mesófila			OL	
32220	Fayal Brezal Macaronésico			OL	
32220	Fayal Brezal Macaronésico			OL	
32310	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso			OL	
32310	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso			OL	
32311	Matorrales esclerófilos mediterráneos medianamente denso			OL	
32311	Matorrales esclerófilos mediterráneos medianamente denso			OL	
32312	Matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos			OL	
32312	Matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos			OL	
32320	Matorrales xerófilos macaronésicos			OL	
32320	Matorrales xerófilos macaronésicos			OL	
32400	Matorral boscoso de transición	>=20		FL	
32400	Matorral boscoso de transición	<20		OL	
32410	Matorral boscoso de frondosas	>=20		FL	
32410	Matorral boscoso de frondosas	<20		OL	
32420	Matorral boscoso de coníferas	>=20		FL	
32420	Matorral boscoso de coníferas	<20		OL	
32430	Matorral boscoso de bosque mixto	>=20		FL	
32430	Matorral boscoso de bosque mixto	<20		OL	
33100	Playas y dunas			OL	
33110	Playas y dunas			OL	
33120	Ramblas con poca o sin vegetación			OL	
33200	Roquedo			OL	
33210	Rocas desnudas con fuerte pendiente (acantilados, etc.)			OL	
33220	Afloramientos rocosos y canchales			OL	
33230	Colada lávicas volcánicas			OL	
33300	Espacios con vegetación escasa			OL	
33310	Xeroestepa subdesértica			OL	
33320	Cárcavas y/o zonas en proceso de erosión			OL	
33330	Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa			OL	
33400	Zonas quemadas	>=20		FL	
33400	Zonas quemadas	<20		OL	

Correspondencia entre clases UNFCCC y CORINE-LANDCOVER y Mapa Forestal

Corine		Mapa Forestal		Categoría UNFCCC	Observaciones
Código	Descripción	FCC	Tipo Estructural		
33500	Glaciares y nieves permanentes			OL	
41100	Humedales y zonas pantanosas			WL	
41200	Turberas y prados turbosos			WL	
42100	Marismas			WL	
42200	Salinas			OL	
42300	Zonas llanas intermareales			OL	
51110	Ríos y cauces naturales			OL	
51120	Canales artificiales			OL	
51210	Lagos y lagunas			OL	
51220	Embalses			OL	
52100	Lagunas costeras			OL	
52200	Estuarios			OL	
------	Dehesa_ambos (CLC & MFE)	>=20	3	FL	b
------	Dehesa_ambos (CLC & MFE)	<20	3	OL	b,c
------	Dehesa_MFE-VariosCLC	>=20	3	FL	b
------	Dehesa_MFE-VariosCLC	<20	3	OL	b,c
52300	Mares y océanos			No definido	
------	No definido, sin información, cuadre			No definido	

a: Mosaicos: reasignados a CL o GL en función de contenidos
b: La dehesa del mapa forestal tiene prioridad sobre la clasificación CORINE
c: Según recomendaciones revisores, posible futura reasignación a CL o GL en función de contenidos (e información disponible)

8.- RESIDUOS

8.1.- Panorámica del sector

Las emisiones correspondientes al tratamiento y eliminación de residuos se han estimado en el año 2008 en 15.565 gigagramos (Gg) de CO_2 equivalente (CO_2-eq), cifra que representa el 3,8% de las emisiones de CO_2-eq del conjunto del inventario en dicho año; contribución relativa que ha aumentado respecto a su homóloga del año 1990, en que tal porcentaje fue del 2,7%. El principal contaminante emitido en este sector es el metano, que representa en 2008 el 39,7% del total de las emisiones de este gas en el inventario y, en segundo lugar, ya a gran distancia, el óxido nitroso, para el que la contribución del sector residuos sobre el total del inventario ha sido, en 2008, del 5%. En la tabla 8.1.1 se muestran en términos de CO_2-eq las emisiones por sub-categorías según la nomenclatura de IPCC, representándose en las figuras 8.1.1, 8.1.2 y 8.1.3, con desglose por las cuatro categorías de tratamiento de residuos, respectivamente, la evolución de sus valores absolutos, de su contribución a las emisiones totales del inventario, y la contribución relativa a las emisiones del sector residuos a lo largo del periodo 1990-2008.

Tabla 8.1.1.- Emisiones de CO_2 equivalente *(Cifras en Gg)*

	1990	**1995**	**2000**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
6.A Depósito en vertederos	4.994	6.898	8.826	9.515	9.884	10.364	10.799	11.336
6.B Tratamiento aguas residuales	2.315	2.497	2.876	3.251	3.335	3.399	3.489	3.558
6.C Incineración de residuos	88	34	23	9	9	10	10	10
6.D Otros	254	405	520	611	594	644	665	662
Residuos	**7.651**	**9.834**	**12.244**	**13.386**	**13.822**	**14.417**	**14.964**	**15.565**

Figura 8.1.1.- Evolución de las emisiones de CO_2 equivalente

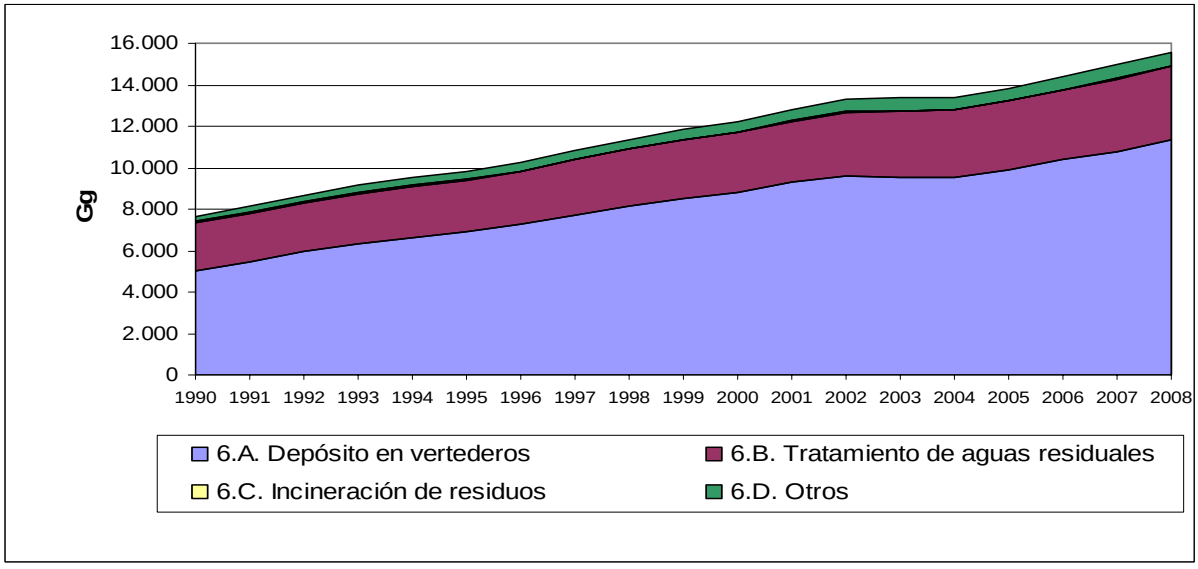


Figura 8.1.2.- Porcentaje de las emisiones de CO_2–eq por categoría respecto al total del inventario

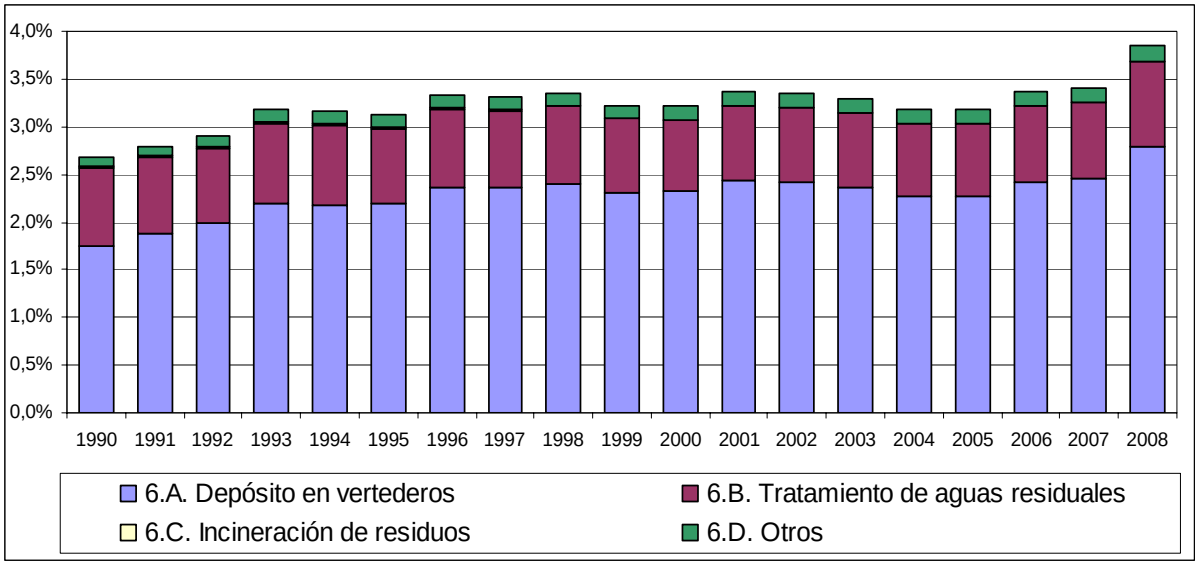
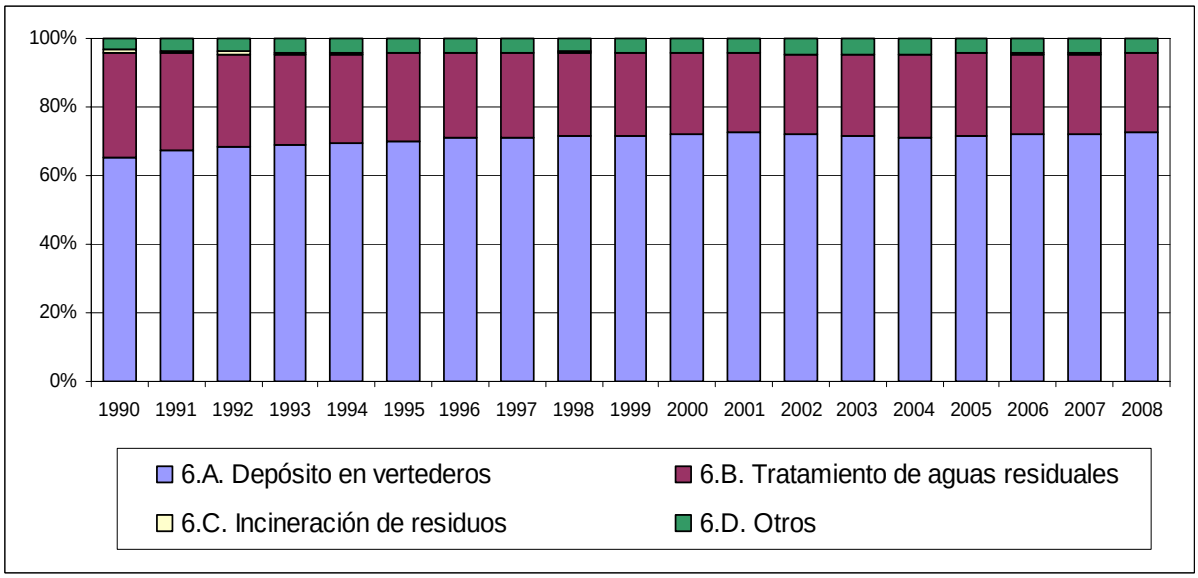


Figura 8.1.3.- Porcentaje de las emisiones de CO_2–eq por categoría respecto al total del sector



El análisis de las emisiones para el periodo 1990-2008 ha permitido la identificación de las siguientes fuentes clave, realizado para el año base[1] (nivel de emisión) y para el año 2008 (nivel de emisión y tendencia):

[1] El año base toma como referencia el año 1990 para el CO_2, CH_4 y N_2O y el año 1995 para los gases fluorados HFC, PFC y SF_6.

- Depósito de RU en vertederos por su nivel de emisión de CH_4 en el año base (Tier 1), por su nivel de emisión de CH_4 (Tier 1 y Tier 2) en el año 2008 y por su tendencia (Tier 1 y Tier 2) en este último año.

- Tratamiento de aguas residuales por su nivel de emisión de CH_4 (Tier 1 y Tier 2) en el año 2008 y por su tendencia (Tier 2) también en dicho año.

- Tratamiento de aguas residuales por su nivel de emisión de N_2O (Tier 2) en el año 2008 y por su tendencia (Tier 2) también en dicho año.

Como síntesis de lo anterior se muestran, en las tablas 8.1.2 y 8.1.3 siguientes, las fuentes clave de este sector, la contribución de las emisiones al nivel y a la tendencia, así como los valores absolutos en términos de CO_2-eq referidos todos ellos al año 2008. Conviene destacar el cambio del número de orden observado en la tabla 8.1.3, especialmente para la actividad 6B-N_2O, al pasar del enfoque Tier 1 al Tier 2. Este efecto es debido a la alta incertidumbre relativa que presentan las estimaciones de las emisiones de estas actividades respecto a otras actividades del inventario que, en términos de nivel estrictamente, tienen un mayor peso en el mismo.

Tabla 8.1.2- Fuentes clave: contribución al nivel. Año base

Actividad IPCC		Gas	CO_2-eq (Gg)	Contribución al nivel		
				Tier 1		
Código	Descripción			%	Fuente clave	Nº orden
6A	Depósito en vertederos	CH_4	4.760	1,7	SI	14
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH_4	1.243	0,4	NO	29
6B	Tratamiento de aguas residuales	N_2O	1.072	0,4	NO	31

Tabla-8.1.3- Fuentes clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2008

Código Actividad IPCC	Gas	CO_2-eq (Gg)	Contribución al nivel						Contribución a la tendencia					
			Tier 1			Tier 2			Tier 1			Tier 2		
			%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden	%	Fuente clave	Nº orden
6A	CH_4	11.322	2,8	SI	11	8,9	SI	3	1,9	SI	13	7,3	SI	3
6B	CH_4	2.310	0,6	SI	24	3,9	SI	7	0,2	NO	31	1,9	SI	12
6B	N_2O	1.248	0,3	NO	30	4,7	SI	5	0,1	NO	45	2,0	SI	11

Explicación de la tendencia

La creciente generación de residuos y el desplazamiento temporal en la degradación de los mismos provocan la tendencia al alza de las emisiones del depósito de residuos en vertederos, a pesar de las medidas alternativas adoptadas para la eliminación de los residuos y de las técnicas implantadas de captación del biogás generado. Aunque en la política de gestión de residuos se fomenta la captación de biogás, la información registrada en el inventario refleja un estancamiento en los últimos años de los volúmenes de captación (posiblemente por carencias en la disponibilidad de este tipo de información), lo que se

traduce en un aumento relativo de la cantidad de biogás generado que no ha sido captada respecto a la cantidad de biogás captado (véase figura 8.1.6). Además, la contribución del depósito en vertederos como sistema de eliminación de residuos, sigue siendo muy alta a pesar del crecimiento registrado en los sistemas de gestión alternativos como el reciclaje, compostaje o biometanización (véanse figuras 8.1.4 y 8.1.5).

Figura 8.1.4.- Evolución del depósito de RU en vertederos *(Cifras en Mg)*

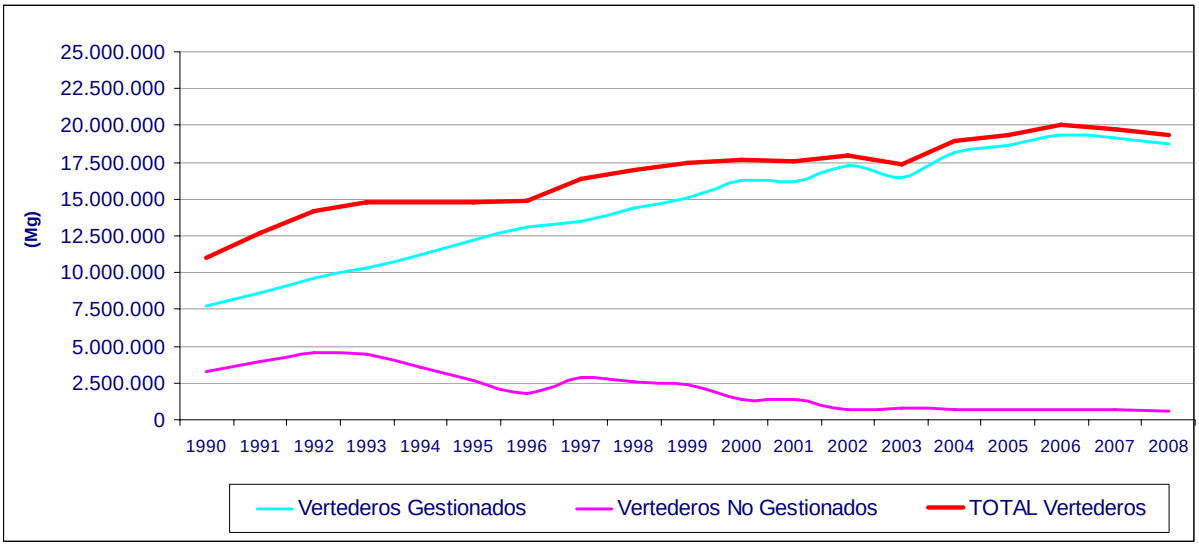


Figura 8.1.5.- Evolución del carbono orgánico degradable *(Cifras en %)*

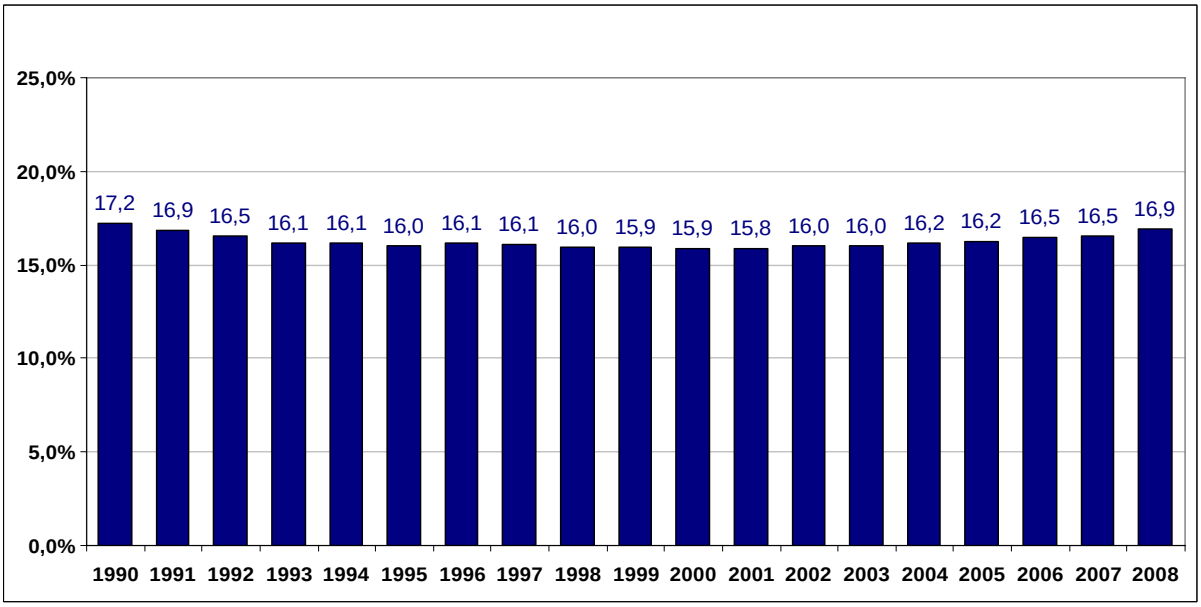
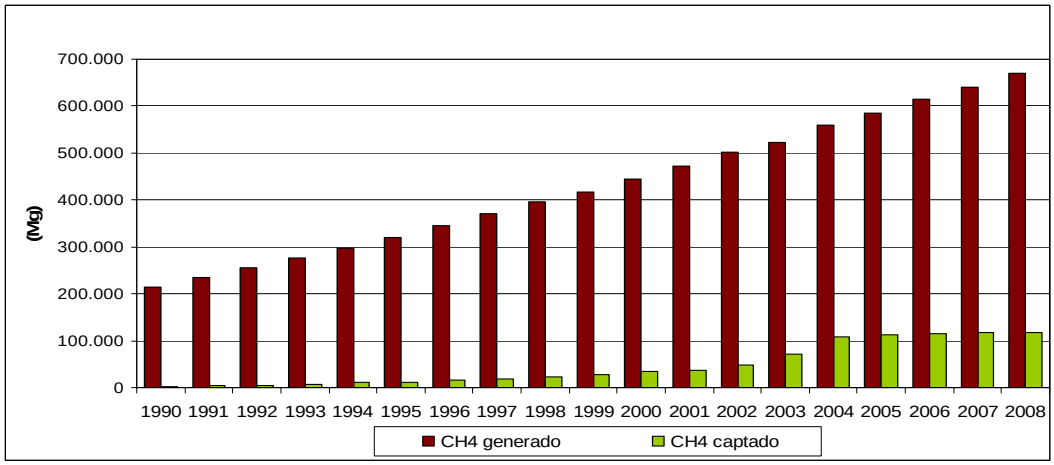


Figura 8.1.6.- Comparación generación vs captación *(Cifras en Mg)*



Se hace la llamada de atención de que las emisiones de combustión con valoración energética del biogás se encuentran contabilizadas en el sector de Energía, contabilizándose en el sector Residuos únicamente la parte de la incineración de residuos que no se valoriza energéticamente.

Las emisiones de CH_4 y N_2O provenientes del tratamiento de las aguas residuales muestran un perfil dominantemente creciente a lo largo del periodo inventariado. En el caso de las aguas residuales industriales las emisiones vienen esencialmente determinadas por el volumen de agua tratada, asumiendo una carga unitaria constante, y este volumen se relaciona con el nivel de producción, lo que lleva a reflejar, en un contexto general de crecimiento, caídas relativas en 1996 y 2008 atribuibles a los descensos del nivel de la producción (véase figura 8.1.7). En el caso de las aguas residuales del sector doméstico-comercial el perfil de las emisiones reproduce la evolución del volumen cada vez mayor de aguas tratadas, al asumirse que no hay un incremento relativo de la captación de biogás respecto al total de biogás generado (véase figura 8.1.8).

Figura 8.1.7.- Evolución del volumen tratado de aguas residuales industriales *(Cifras en m^3)*

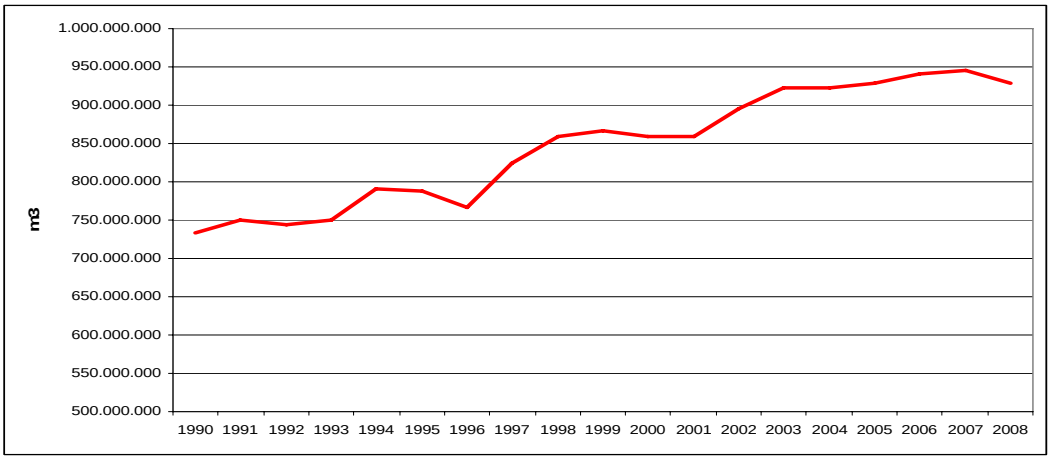
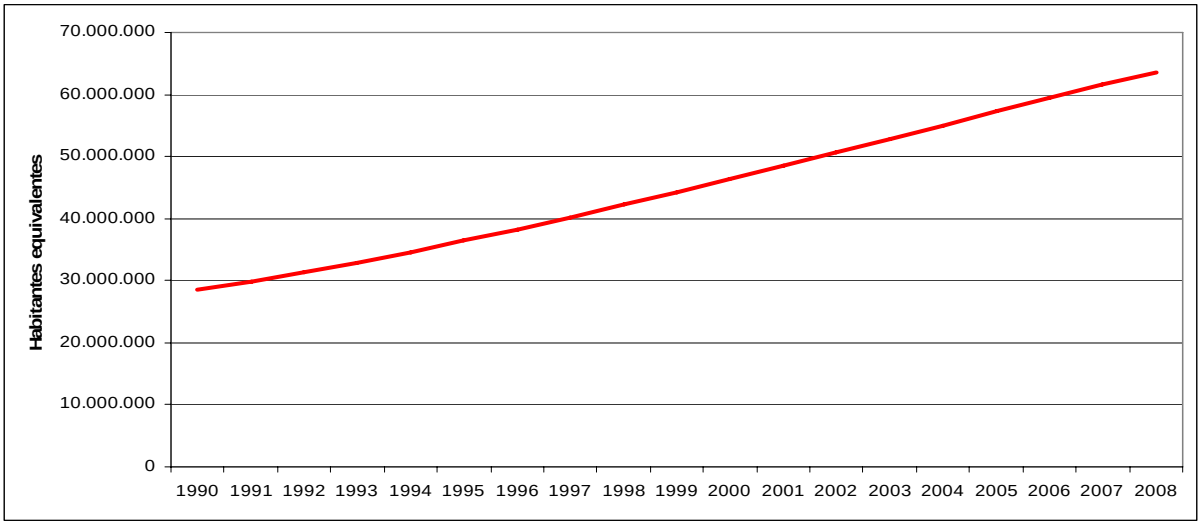


Figura 8.1.8.- Evolución de la población equivalente servida en el tratamiento de aguas residuales en el sector residencial-comercial *(Cifras en hab-eq)*



En cuanto a la incineración de residuos, las emisiones recogidas en este sector de Residuos muestran una acusada tendencia descendente pues buena parte de estas instalaciones, al pasar a llevar a cabo combustión con valorización energética, sus emisiones ya no se incluyen en el sector de Residuos sino en el de Energía. Esta tendencia descendente no se muestra gráficamente, como se ha hecho anteriormente para las actividades de depósito en vertedero y el tratamiento de aguas residuales, debido a la baja contribución de las emisiones de esta categoría respecto al total del sector Residuos.

En cuanto al epígrafe “Otros”, donde se recoge el extendido de lodos, se observa una fuerte tendencia al alza de las emisiones, consecuencia del incremento de la correspondiente variable de actividad durante casi todo el periodo inventariado, salvo algunas fluctuaciones en los últimos años, pero, en todo caso, sobre un nivel de contribución a las emisiones del sector que queda siempre por debajo del 10%, motivo por el que, como se ha comentado anteriormente para el caso de las emisiones de la incineración de residuos, no se refleja gráficamente la tendencia de las emisiones de esta categoría. Para ofrecer una visión general de la evolución de estas tendencias, y de la incidencia que en las mismas suponen los cambios en los sistemas de gestión de los residuos, y la importancia creciente entre ellos de la recogida selectiva, la separación para reciclaje, el compostaje selectivo sobre residuos orgánicos, la incorporación de plantas de biometanización, y el depósito alternativo en vertedero de las materias no valorizables, se presenta en las tablas siguientes 8.1.4.a. (valores absolutos) y 8.1.4.b (porcentajes) la evolución de las cantidades de residuos según sistemas de tratamiento/eliminación de los mismos a lo largo del periodo inventariado. De la observación de los datos de ambas tablas se evidencia la ponderación creciente de la recogida selectiva, el compostaje, la incineración (con valorización energética) y la biometanización, mientras se estabiliza la cuota de los vertederos gestionados (en los que aumenta el nivel de biogás valorizado, aunque se estabiliza en los últimos años) y sigue el descenso de los vertederos no-gestionados; todo ello en un contexto de evolución creciente del total de residuos generados.

***Tabla 8.1.4.a.- Sistemas de tratamiento de RU** (Cifras en Mg)*

Año	Recogida Selectiva	Compostaje	Incineración	Vertedero Gestionado	Vertedero no gestionado	Biometani-zación	Residuos Generados
1990	0	769.116	607.349	7.771.058	3.287.347	0	12.434.870
1991	0	569.258	532.334	8.675.097	4.012.050	0	13.788.739
1992	0	440.258	675.671	9.587.381	4.612.589	0	15.315.899
1993	0	467.987	655.570	10.309.856	4.457.104	0	15.890.517
1994	0	531.018	625.398	11.171.399	3.610.796	0	15.938.611
1995	0	625.904	749.787	12.175.178	2.630.321	0	16.181.190
1996	450.227	718.249	958.188	13.102.335	1.769.067	0	16.998.065
1997	559.978	902.571	1.289.312	13.530.730	2.859.765	0	19.142.356
1998	734.746	909.322	1.248.599	14.419.898	2.562.151	0	19.874.715
1999	872.711	1.013.086	1.327.037	15.093.132	2.356.100	0	20.662.066
2000	1.067.442	1.273.329	1.335.979	16.229.765	1.398.472	0	21.304.987
2001	1.189.382	1.426.403	1.396.150	16.178.903	1.395.323	0	21.586.161
2002	1.554.167	1.791.520	1.494.772	17.255.148	718.213	17.534	22.831.355
2003	1.806.873	1.986.126	1.710.229	16.479.326	836.473	107.160	22.926.187
2004	2.036.049	2.361.992	1.656.337	18.178.736	731.425	158.566	25.123.105
2005	2.133.435	2.469.588	1.708.509	18.662.630	715.713	190.824	25.880.699
2006	2.519.340	2.593.699	1.860.245	19.338.616	700.000	178.909	27.190.809
2007	2.678.897	2.775.598	1.900.611	19.131.457	659.650	231.833	27.378.046
2008	2.935.477	2.928.977	1.985.448	18.712.592	637.085	263.125	27.462.704

***Tabla 8.1.4.b- Sistemas de tratamiento de RU** (Cifras en porcentaje)*

Año	Recogida Selectiva	Compostaje	Incineración	Vertedero Gestionado	Vertedero no gestionado	Biometani-zación	Total
1990	0,00	6,19	4,88	62,49	26,44	0,00	100
1991	0,00	4,13	3,86	62,91	29,10	0,00	100
1992	0,00	2,87	4,41	62,60	30,12	0,00	100
1993	0,00	2,95	4,13	64,88	28,05	0,00	100
1994	0,00	3,33	3,92	70,09	22,65	0,00	100
1995	0,00	3,87	4,63	75,24	16,26	0,00	100
1996	2,65	4,23	5,64	77,08	10,41	0,00	100
1997	2,93	4,72	6,74	70,68	14,94	0,00	100
1998	3,70	4,58	6,28	72,55	12,89	0,00	100
1999	4,22	4,90	6,42	73,05	11,40	0,00	100
2000	5,01	5,98	6,27	76,18	6,56	0,00	100
2001	5,51	6,61	6,47	74,95	6,46	0,00	100
2002	6,81	7,85	6,55	75,58	3,15	0,08	100
2003	7,88	8,66	7,46	71,88	3,65	0,47	100
2004	8,10	9,40	6,59	72,36	2,91	0,63	100
2005	8,24	9,54	6,60	72,11	2,77	0,74	100
2006	9,27	9,54	6,84	71,12	2,57	0,66	100
2007	9,78	10,14	6,94	69,88	2,41	0,85	100
2008	10,69	10,67	7,23	68,14	2,32	0,96	100

Nota: *En la edición actual se han remplazado las cantidades que en la edición anterior aparecían en la columna de "incineración", perteneciente a la fuente de información "Medio Ambiente en España" y que se utilizaban para calcular los ratios de generación y destino de los residuos según sistemas de tratamiento, por la variable de actividad de incineración (con/sin recuperación energética) utilizada en la edición actual para calcular las emisiones en el inventario. Se han revisado las series de los distintos sistemas de tratamiento, actualizándose la información de vertederos (1990-2008), compostaje (1994-2007) y biometanización (2002-2007).*

En los epígrafes 8.2 y 8.3 de este capítulo se examinan las actividades (según categoría IPCC) del sector de Residuos, teniendo en cuenta para esta agrupación la identificación de fuentes clave. En el epígrafe final 8.4 se hace una presentación más resumida de las fuentes no claves del sector.

8.2.- Depósito en vertederos - CH_4 (6A)

8.2.1.- Descripción de la actividad emisora

El depósito de residuos urbanos (RU) en vertederos (gestionados y no-gestionados) constituye el principal sistema de tratamiento de estos residuos en España con un porcentaje, en 2008, del 70,5% sobre el total de RU generados. La cantidad de toneladas de RU depositadas en vertederos en el año 2008 (19.349.677) es ligeramente inferior respecto al año 2007 (19.791.107) a pesar del aumento entre dichos años de la generación nacional de residuos urbanos. Esta asimétrica evolución es el reflejo de la mayor intensidad de crecimiento de los sistemas de tratamiento alternativos de los residuos, si bien el depósito en vertederos sigue siendo el sistema de eliminación mayoritario (véanse las tablas anteriores 8.1.4.a. y 8.1.4.b).

El principal gas emitido y el que confiere a esta categoría su naturaleza de fuente clave es el metano. En los vertederos se distingue en cuanto a su gestión entre gestionados y no-gestionados.

a) Vertederos Gestionados

A su vez dentro del grupo de vertederos gestionados se va a distinguir en lo que sigue entre vertederos individualizados (que realizan captación de biogás y/o que son de gran tamaño), de los que se recoge la información vía cuestionario individualizado, y vertederos no individualizados, de los que se recoge la información estadística de la publicación “Medio Ambiente en España” que edita anualmente el MARM. Los vertederos de los que se recoge información individualizada son grandes vertederos que mayoritariamente realizan captación de biogás.

El esfuerzo realizado en la recogida de información individualizada por vertedero, no sólo en los que realizan captación de biogás sino también en aquellos otros de gran capacidad, ha venido motivada por el objetivo de mejorar la calidad de la información con datos directos del vertedero sobre las cantidades de residuos en ellos depositadas, la composición de los propios residuos y otras variables de interés.

También se han realizado esfuerzos para mejorar la información de los vertederos no individualizados procedentes de la publicación “Medio Ambiente en España”. Se ha cubierto la información de rechazos de plantas de compostaje a través de la misma publicación y se está realizando un proceso de revisión de dichos datos a través de consultas directas a los responsables técnicos de las Comunidades Autónomas.

Para la edición actual del inventario se han identificado nuevos vertederos que llevan a cabo la combustión del biogás captado, ya sea para su eliminación en antorcha o para su valorización energética en calderas, motores y/o turbinas. De estos vertederos, solo se ha

conseguido recabar información de uno de ellos por lo que el conseguir la información del resto de estos vertederos se plantea, de cara a la próxima edición, como una mejora a llevar a cabo.

Los tipos de residuos cuya información se solicita en el cuestionario se clasifican en cuatro clases: residuos domiciliarios, residuos procedentes de rechazos de compostaje, residuos (lodos) procedentes de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas y otros residuos no clasificados en las categorías anteriores (residuos voluminosos, de demolición, cenizas de procesos de combustión, industriales, etc.). El grado de respuesta a algunos contenidos del cuestionario (depósito, captación y composición molar) es muy elevado; sin embargo, sigue siendo escasa la información específica individualizada por vertedero para algunos parámetros relevantes del algoritmo de cálculo de las emisiones (K, MCF y OX). Para determinadas variables de actividad han debido aplicarse técnicas de inferencia para completar la serie de datos necesaria para la estimación de las emisiones. En concreto, se han tenido que extrapolar/interpolar en determinados casos las series de toneladas de RU depositadas cuando la información recibida no cubría todos los años para los que se requiere información. Para ello, se calcula, en primer lugar, la tasa de variación interanual entre los dos primeros años de los que se dispone de información en los cuestionarios y, en segundo lugar, se aplica dicha tasa hacia atrás, año a año, para obtener los datos extrapolados hasta el año de inicio de actividad del vertedero. En el caso de que no se disponga de datos para años intermedios se aplica una interpolación lineal entre los años inicial y final del subintervalo que contiene las lagunas de información. Si la ausencia de datos se manifiesta en los últimos años del periodo inventariado se subroga a estos años el valor del último año del que se dispone de información.

También se han dado casos de vertederos que no han remitido nunca el cuestionario cumplimentado, desconociéndose así la cantidad de biogás captado al no existir ninguna fuente de información alternativa que suministre ese dato, asumiéndose para ellos en el inventario que no hay captación. Los datos de depósito se obtienen en este caso de la fuente de información “Medio Ambiente en España” y se encuadran, por tanto, en el grupo de vertederos no individualizados.

En general, los procesos de degradación en vertedero de los RU tienen un periodo de maduración muy variable, dependiente tanto de la composición de los residuos como de las condiciones del vertedero. La extensión en el tiempo es teóricamente indefinida, si bien el periodo significativo de emisiones puede acotarse a unos 35 años. Este hecho lleva a que, de cara al cálculo de las emisiones, las cantidades de RU a considerar sean las depositadas desde 1970.

En el periodo 1970 a 1990 el cálculo de los residuos depositados en los vertederos gestionados sin captación de biogás y en los vertederos no gestionados se ha realizado multiplicando el coeficiente de generación de RU, por habitante y día, por la población, por el número de días del año y por la fracción que del total de RU generados se deposita en cada tipo de vertedero. A partir de 1990 la información es directamente suministrada por el MARM en la publicación “Medio Ambiente en España”. En los vertederos gestionados individualizados, el seguimiento de los residuos depositados en dichos vertederos se remonta al inicio de actividad y la información es suministrada vía cuestionario por el propio vertedero.

Es importante reseñar que, para los vertederos seleccionados que realizan recuperación de biogás, al comparar la información suministrada por la publicación "Medio Ambiente en España" (utilizada en la edición anterior del inventario) con la obtenida mediante cuestionario a dichos vertederos (utilizada en la edición actual), se puede apreciar un incremento en las toneladas de RU depositadas en dichos vertederos. Asumiendo que la información obtenida para la edición actual vía cuestionario es más fidedigna, se concluye que la estimación de la cantidad depositada en aquellos vertederos estaba infra-valorada en la edición anterior del inventario.

b) Vertederos no gestionados

Por lo que respecta a los vertederos no gestionados, para la caracterización del parámetro de profundidad no se dispone de información estadística, por lo que, en ausencia de dicha información, se asume que el 50% son profundos (profundidad >= 5 metros) y que el restante 50% (profundidad < 5 metros) son someros. A su vez, dentro de los vertederos no gestionados, ya sean profundos o no profundos, se han asumido por el equipo de realización del inventario unos coeficientes de quema para la reducción de volumen, coeficientes que han ido evolucionando a la baja a lo largo del periodo inventariado.

En la tabla 8.2.1 siguiente se muestran las cantidades de RU depositadas en vertedero desde 1970 a 2008 clasificadas por tipo de depósito, distinguiendo en los gestionados según se haga captación de biogás o no y en los vertederos no gestionados diferenciando entre la fracción quemada y no quemada de los residuos.

Tabla 8.2.1.- Depósito de RU en vertederos *(Cifras en Mg)*

	Vertederos Gestionados (VG)			Vertederos no gestionados (VnG)		
Año	**VG Sin captación**	**VG Con captación**	**Total VG**	**VnG No quemados**	**VnG Quemados**	**Total VnG**
1970	1.635.179		1.635.179	1.085.762	3.257.287	4.343.049
1971	1.691.903		1.691.903	1.110.801	3.332.402	4.443.203
1972	1.744.445		1.744.445	1.135.996	3.407.987	4.543.983
1973	1.795.367		1.795.367	1.137.074	3.411.221	4.548.295
1974	1.854.438	338.000	2.192.438	1.163.817	3.491.453	4.655.270
1975	2.647.425	759.917	3.407.342	1.196.777	2.792.481	3.989.258
1976	2.754.435	680.573	3.435.008	1.239.538	2.892.256	4.131.794
1977	2.728.187	840.080	3.568.267	1.237.740	2.888.061	4.125.801
1978	2.238.967	1.513.282	3.752.249	1.280.834	2.988.614	4.269.448
1979	2.112.945	1.799.216	3.912.161	1.320.544	3.081.268	4.401.812
1980	2.833.799	1.741.066	4.574.865	1.333.221	2.475.983	3.809.204
1981	2.668.001	1.690.379	4.358.380	1.297.653	2.409.926	3.707.579
1982	2.708.399	1.763.255	4.471.654	1.334.867	2.479.038	3.813.905
1983	2.656.841	2.173.507	4.830.348	1.364.379	2.533.846	3.898.225
1984	2.694.567	2.718.827	5.413.394	1.401.592	2.602.958	4.004.550
1985	2.624.206	2.965.349	5.589.555	2.054.236	2.054.236	4.108.472
1986	2.549.007	3.294.137	5.843.144	2.096.246	2.096.246	4.192.492
1987	2.461.781	3.611.146	6.072.926	2.188.465	2.188.466	4.376.931
1988	3.126.811	4.442.454	7.569.265	1.940.530	1.940.531	3.881.061
1989	2.287.426	5.030.348	7.317.773	1.893.907	1.893.908	3.787.815

Tabla 8.2.1.- Depósito de RU en vertederos *(Cifras en Mg) (Continuación)*

	Vertederos Gestionados (VG)			Vertederos no gestionados (VnG)		
Año	**VG Sin captación**	**VG Con captación**	**Total VG**	**VnG No quemados**	**VnG Quemados**	**Total VnG**
1990	2.281.529	5.489.529	7.771.058	2.136.776	1.150.571	3.287.347
1991	2.186.423	6.488.674	8.675.097	2.607.832	1.404.218	4.012.050
1992	2.270.455	7.316.926	9.587.381	2.998.183	1.614.406	4.612.589
1993	2.799.921	7.509.935	10.309.856	2.897.118	1.559.986	4.457.104
1994	3.124.148	8.047.251	11.171.399	2.347.017	1.263.779	3.610.796
1995	3.761.997	8.413.181	12.175.178	2.104.257	526.064	2.630.321
1996	4.463.135	8.639.199	13.102.335	1.415.254	353.813	1.769.067
1997	4.479.871	9.050.860	13.530.730	2.573.788	285.977	2.859.765
1998	4.581.975	9.837.923	14.419.898	2.305.936	256.215	2.562.151
1999	4.695.049	10.398.083	15.093.132	2.120.490	235.610	2.356.100
2000	5.170.822	11.058.943	16.229.765	1.258.625	139.847	1.398.472
2001	4.985.613	11.193.290	16.178.903	1.255.791	139.532	1.395.323
2002	5.823.374	11.431.774	17.255.148	646.392	71.821	718.213
2003	5.369.663	11.109.663	16.479.326	752.826	83.647	836.473
2004	6.619.184	11.559.552	18.178.736	731.425	73.143	731.425
2005	7.006.741	11.655.889	18.662.630	644.142	71.571	715.713
2006	7.290.599	12.048.017	19.338.616	630.000	70.000	700.000
2007	7.157.363	11.974.094	19.131.457	593.685	65.965	659.650
2008	7.458.098	11.254.493	18.712.592	573.376	63.709	637.085

En la tabla 8.2.2 se muestran para esta categoría las emisiones absolutas en masa de CH_4 (primera fila) y de CO_2-eq (segunda fila), las emisiones en términos de índice temporal de CO_2-eq (tercera fila) y la ponderación (en porcentaje) de estas emisiones con relación a las emisiones, en términos de CO_2-eq, del total del inventario (fila cuarta) y del sector residuos (fila quinta).

Tabla 8.2.2.- Emisiones: Valores absolutos, índices y ratios

	1990	**1995**	**2000**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
CH_4(Gg)	227	323	419	452	470	493	514	539
CO_2-eq (Gg)	4.994	6.898	8.826	9.515	9.884	10.364	10.799	11.336
Índice CO_2-eq	100,0	138,1	176,7	190,5	197,9	207,5	216,2	227,0
% CO_2-eq sobre total inventario	1,8	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,5	2,8
% CO_2-eq sobre sector residuos	65,27	70,15	72,08	71,08	71,51	71,89	72,17	72,83

8.2.2.- Aspectos metodológicos

Para el cálculo de las emisiones de metano procedentes de la descomposición de los residuos depositados en vertederos gestionados y de los residuos no quemados depositados en vertederos no gestionados se ha aplicado el modelo cinético de primer orden propuesto en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, conforme al enfoque de nivel 2. Según este modelo, cada unidad de masa de carbono orgánico degradable presente en los

residuos en el momento de su deposición se reduce, transcurrido un lapso de tiempo ***t***, según la ecuación:

$$Q_t = Q_0 e^{-kt}$$

donde k es el ritmo de reducción del carbono presente en los residuos, Q_0 es la cantidad de carbono orgánico degradable en el momento de la deposición, y Q_t la que queda en los residuos transcurrido el lapso ***t***. Así, el carbono emitido durante el periodo (***t, t + 1)*** será:

$$C_t = Q_t - Q_{t+1} = Q_0 e^{-kt}(1 - e^{-k})$$

En ocasiones el cálculo de las emisiones anuales de metano se realiza bajo los supuestos implícitos de que todos los residuos generados en cada año se depositan al comienzo del mismo y de que la reacción química generadora de la emisión arranca inmediatamente después de la deposición. Es claro que ambos supuestos representan una aproximación al máximo de la emisión anual, no a su valor medio como sería deseable. Esto ha conducido a que, ya desde la edición anterior del inventario, el equipo de trabajo del inventario haya decidido plantearse un enfoque más realista, al menos en lo que se refiere al momento de la deposición de los residuos (respecto del retardo en el arranque de las reacciones químicas, actualmente no se dispone de información suficiente y contrastada como para realizar una modificación de los procedimientos de cálculo). Dicho enfoque parte del desconocimiento sobre los momentos del año en que los residuos son depositados en los vertederos, conociéndose sólo la cantidad total anual, por lo que se ha creído conveniente adoptar una aproximación estadística en la solución del problema. Para ello, se ha supuesto que la probabilidad de deposición de cada unidad de masa en los diferentes momentos del año sigue una distribución uniforme, es decir, la densidad de probabilidad de que la deposición se haya realizado en un instante en particular del año es la misma que la de cualquier otro e igual a la unidad. En consecuencia, aplicando el modelo cinético de primer orden, una masa de residuos depositada en el momento ***x*** del año con una cantidad de carbono orgánico degradable Q_0 se convertirá transcurrido un tiempo ***t*** en:

$$Q_t = Q_0 e^{-k(t-x)}$$

donde ***x*** es una variable aleatoria distribuida uniformemente en el intervalo cerrado ***[0, 1]***. La esperanza matemática del contenido de carbono al final del periodo ***t*** será por tanto:

$$E(Q_t) = \int_0^1 Q_0 e^{-k(t-x)} dx = \frac{1 - e^{-k}}{k} e^{-kt} Q_0$$

y, a su vez, la esperanza matemática del carbono emitido durante el periodo (***t, t + 1)*** será:

$$E(C_t) = E(Q_t) - E(Q_{t+1}) = \frac{1 - e^{-k}}{k}\left(e^{-kt} - e^{-k(t+1)}\right)Q_0 = \frac{\left(1 - e^{-k}\right)^2}{k} e^{-kt} Q_0$$

De acuerdo con ello, las emisiones totales de un año provenientes de las deposiciones en los años anteriores de residuos con el mismo parámetro k, se calculan por medio de la siguiente fórmula:

$$E_t = \frac{\left(1-e^{-k}\right)^2}{k} \sum_{i=0}^{t} R_{t-i} L_0 (t-i) e^{-k(t-i)} \qquad [8.2.1]$$

Los parámetros utilizados en la ecuación [8.2.1] son:

* El carbono orgánico degradable (DOC)
* El factor corrector de metano (MCF)
* La fracción (en volumen) del metano en el vertedero (F)
* La fracción de DOC que se descompone en biogás (DOC_F)
* El ratio de generación de metano (k)

Los valores de dichos parámetros provienen de dos fuentes: de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC o del cuestionario remitido por el propio vertedero (en este último caso, siempre y cuando se sitúen en los rangos establecidos en la mencionada Guía). Los valores de los parámetros han sido ponderados por la cantidad de RU para obtener los valores medios efectivos de los mismos.

DOC: El carbono orgánico degradable contenido en los RU se ha obtenido aplicando la ecuación [8.2.2] que figura más abajo (ecuación 5.4 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC) a los datos sobre la composición tipológica. La información sobre estos datos procede, para los vertederos individualizados, de los datos plasmados en los correspondientes cuestionarios y, en su defecto, así como para los restantes vertederos, de la información sobre la composición tipológica media nacional que facilita la publicación "Medio Ambiente en España" (véase la tabla 8.2.3).

Para los residuos de procedencia distinta a la recogida directa domiciliaria se han utilizado los valores plasmados en los cuestionarios y en su defecto, una vez examinada la composición tipológica de los residuos de todos los vertederos individualizados, se han obtenido valores específicos propuestos por el equipo de trabajo del inventario tomando como referencia las tablas 2.4 y 2.5 del capítulo 2 de la Guía 2006 IPCC de DOC: i) rechazos de plantas de compostaje (0,2), ii) lodos de depuradora (0,175) y iii) otros (0,04).

Tabla 8.2.3.- Composición media nacional de RU *(Cifras en %)*

Año	Materia orgánica	Papel y cartón	Plásticos	Vidrio	Metales férreos	Metales no férreos	Madera	Textiles	Gomas y caucho	Pilas y baterías	Otros	DOC (%)
1970	52,00	17,00	3,00	2,50	4,50	1,30	4,00	4,80	4,00	0,10	6,80	17,72
1971	51,86	17,29	3,43	2,57	4,43	1,26	3,86	4,80	3,86	0,11	6,53	17,77
1972	51,71	17,57	3,86	2,64	4,36	1,21	3,71	4,80	3,71	0,11	6,32	17,82
1973	51,57	17,86	4,29	2,71	4,29	1,17	3,57	4,80	3,57	0,12	6,05	17,87
1974	51,43	18,14	4,71	2,79	4,21	1,13	3,43	4,80	3,43	0,13	5,80	17,92
1975	51,29	18,43	5,14	2,86	4,14	1,09	3,29	4,80	3,29	0,14	5,53	17,97
1976	51,14	18,71	5,57	2,93	4,07	1,04	3,14	4,80	3,14	0,14	5,32	18,02
1977	51,00	19,00	6,00	3,00	4,00	1,00	3,00	4,80	3,00	0,15	5,05	18,07
1978	50,88	19,06	6,00	3,13	4,00	1,00	2,98	4,80	3,00	0,15	5,00	18,07
1979	50,75	19,13	6,00	3,25	4,00	1,00	2,95	4,80	3,00	0,15	4,97	18,07
1980	50,63	19,19	6,00	3,38	4,00	1,00	2,93	4,80	3,00	0,15	4,92	18,07

***Tabla 8.2.3.- Composición media nacional de RU** (Cifras en %) (Continuación)*

Año	Materia orgánica	Papel y cartón	Plásticos	Vidrio	Metales férreos	Metales no férreos	Madera	Textiles	Gomas y caucho	Pilas y baterías	Otros	DOC (%)
1981	50,50	19,25	6,00	3,50	4,00	1,00	2,90	4,80	3,00	0,15	4,90	18,06
1982	50,38	19,31	6,00	3,63	4,00	1,00	2,88	4,80	3,00	0,15	4,85	18,06
1983	50,25	19,38	6,00	3,75	4,00	1,00	2,85	4,80	3,00	0,15	4,82	18,06
1984	50,13	19,44	6,00	3,88	4,00	1,00	2,83	4,80	3,00	0,15	4,77	18,06
1985	50,00	19,50	6,00	4,00	4,00	1,00	2,80	4,80	3,00	0,15	4,75	18,06
1986	48,13	19,88	6,75	6,10	4,00	1,00	2,73	4,80	1,88	0,15	4,58	17,91
1987	48,75	19,75	6,50	5,40	4,00	1,00	2,76	4,80	2,25	0,15	4,64	17,96
1988	49,38	19,63	6,25	4,70	4,00	1,00	2,78	4,80	2,63	0,15	4,68	18,01
1989	47,50	20,00	7,00	6,80	4,00	1,00	2,71	4,80	1,50	0,15	4,54	17,86
1990	46,75	20,00	7,00	6,80	4,00	1,00	2,71	4,80	1,50	0,15	5,29	17,75
1991	46,00	20,00	7,00	6,80	4,00	1,00	2,71	4,80	1,50	0,15	6,04	17,63
1992	45,00	20,25	8,79	6,85	4,06	1,00	1,84	4,81	1,26	0,18	5,96	17,33
1993	44,00	20,50	10,57	6,90	4,12	1,00	0,96	4,82	1,02	0,20	5,91	17,02
1994	44,00	20,70	10,57	6,90	4,12	1,00	0,96	4,82	1,02	0,20	5,71	17,10
1995	44,00	20,85	10,58	6,95	3,81	1,00	0,98	4,91	1,01	0,20	5,71	17,20
1996	44,00	21,00	10,58	7,00	3,50	1,00	1,00	5,00	1,00	0,20	5,72	17,30
1997 - 2008	44,00	21,20	10,59	6,90	3,43	0,68	0,96	4,81	1,01	0,20	6,22	17,29

Nota: En el periodo 1997-2005 se ha mantenido constante la información sobre la composición de los RSU

$$Porcentaje\ de\ DOC\ (en\ masa) = 0.4(A) + 0.17(B) + 0.15(C) + 0.30(D) \quad [8.2.2]$$

Para la aplicación de la ecuación [8.2.2] se ha asociado a las variables, (A), (B), (C) y (D) que aparecen en la misma, las siguientes categorías de componentes de los RU que figuran en la tabla 8.2.3.

(A) Se le asocian los componentes “Papel y cartón” y “Textiles”.

(B) No se le asocia ningún compuesto de la tabla 8.2.3, ya que en esta variable deben reflejarse los residuos procedentes de parques y jardines y otros residuos orgánicos no alimenticios.

(C) Se le asocia el componente “Materia orgánica”.

(D) Se le asocia el componente “Madera”.

El porcentaje medio ponderado de DOC en vertederos gestionados es el siguiente:

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
17,18	16,87	16,51	16,15	16,14	16,05	16,14	16,13	15,97

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
15,93	15,85	15,85	16,03	16,05	16,20	16,23	16,48	16,52	16,94

Siguiendo las sugerencias del ERT (Expert Review Team) se aclaran las técnicas de inferencia aplicadas para completar la serie de composición tipológica de los residuos de recogida domiciliaría perteneciente a grandes vertederos individualizados. En concreto, se aplica la interpolación lineal entre el primer año del que facilita información el vertedero y el dato de la composición media nacional o en el caso de que no se disponga de datos de dos

años consecutivos. Para los años posteriores al informado se subroga la composición recogida en el cuestionario y, si no existe información de DOC en todo el periodo de actividad del vertedero, se recurre a la información sobre la composición tipológica media nacional que facilita la publicación "Medio Ambiente en España" (véase la tabla 8.2.3).

Se hace notar que en los vertederos de los que se recoge información de su actividad vía cuestionario individualizado figura la categoría "Restos de poda", que se ha recabado en los mismos buscando una mayor precisión en la determinación del parámetro DOC.

MCF: La información sobre el factor corrector de metano en vertederos gestionados procede, para los vertederos individualizados, de los datos plasmados en los propios cuestionarios, siempre que se encuentren en el rango de variación admisible considerado dado en la tabla 5.2 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, y, en su defecto, así como para los restantes vertederos, del valor por defecto, MCF = 1, recomendado en la tabla 5.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. La media ponderada del factor corrector de metano en los vertederos con captación en el periodo 1990-2008 es 1.

Para los vertederos no-gestionados, se ha sumido un valor de MCF = 0,8 para los de más de 5 metros de profundidad y MCF = 0,4 para los de menos de 5 metros, como recomienda la Tabla 5.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

F: En cuanto a la fracción en volumen de CH_4, en el biogás se procede igual que con los demás parámetros. Se toma en principio el valor reseñado por el vertedero, siempre que se encuentren en el rango de variación admisible considerado dado en la tabla 5.2 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, y, en su defecto el valor recomendado por la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC (0,5). La media ponderada del porcentaje de metano en vertederos gestionados es la siguiente:

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
50,49	50,52	50,55	50,57	50,98	50,91	50,95	50,87	51,16

1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
51,08	50,74	50,84	51,05	50,52	50,88	50,65	50,22	50,14	50,55

DOC_F: La fracción de carbono orgánico degradable toma el valor recomendado por la Guía Buenas Prácticas 2000 IPCC (0,55). De los vertederos individualizados encuestados cuatro han contestado a este parámetro, estando estos valores comprendidos entre 0,5 y 0,55.

K: La tasa constante de generación de metano toma el valor recomendado por la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC (0,05) a excepción de tres vertederos gestionados encuestados, cuya tasa es de 0,03, 0,04 y 0,049 respectivamente, actualizándose su tasa de generación en la edición actual del inventario.

Una vez estimado el metano generado (véase la tabla 8.2.4) se procede de la siguiente forma para calcular la emisión de dicho gas. En primer lugar se resta de la cantidad generada, G_t, la cantidad captada, C_t, que por ser destinada a otros usos, principalmente por su potencial energético como combustible, no se emitirá como metano sino normalmente como gases de la combustión del biogás. A la diferencia así calculada, Q_t-

C_t, que es el metano potencialmente emitido como tal, se le aplica el factor reductor de oxidación (1-OX), resultando como producto de ambos la cantidad estimada, E_t, de metano emitida (tabla 8.2.5), según se expresa en la ecuación [8.2.3] siguiente:

$$E_t = [G_t - C_t]*(1-OX) \qquad [8.2.3]$$

donde:

E_t = cantidad de CH_4 emitida en el año "t" de referencia del inventario (toneladas de CH_4/año)

Gt = cantidad de CH_4 generada en el año "t" de referencia del inventario (toneladas de CH_4/año)

C_t = cantidad de CH_4 recuperada en el año "t" de referencia del inventario (toneladas de CH_4/año)

OX = factor de oxidación del metano generado y no recuperado (fracción)

OX: El factor de oxidación de metano generado y no recuperado toma el valor recomendado por la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC (0,1). Se ha obtenido información de tres vertederos, de los cuales dos vertederos han contestado 0,1 y el otro 0,07.

C_t: La recuperación se ha realizado durante alguno de los años del periodo 1990-2008 en 34 vertederos. La cantidad captada C_t se ha estimado como el mínimo entre el 70% del metano generado y la cantidad reportada en el cuestionario como captada o quemada (R_t); así C_t=min(0,7*G; R_t).

Tabla 8.2.4.-Generación de biogás y metano en vertederos gestionados *(Cifras en Mg)*

	Vertederos individualizados		**Vertederos no individualizados**	
	Biogás generado	**Metano generado**	**Biogás generado**	**Metano generado**
1990	354.901	112.563	375.765	102.704
1991	408.497	131.510	382.086	104.431
1992	463.432	149.143	388.600	106.212
1993	515.570	165.892	400.106	109.357
1994	570.347	183.553	414.738	113.356
1995	624.778	200.982	435.873	119.132
1996	678.565	218.187	464.554	126.971
1997	733.023	235.565	491.769	134.410
1998	792.588	254.095	519.353	141.949
1999	856.033	267.620	546.843	149.463
2000	922.695	286.928	578.063	157.996
2001	987.096	305.988	606.504	165.769
2002	1.050.257	325.882	643.161	175.788
2003	1.160.079	339.084	672.701	183.862
2004	1.196.248	363.058	717.052	195.984
2005	1.266.965	376.086	764.326	208.905
2006	1.345.449	392.037	812.823	222.160
2007	1.421.515	406.164	858.181	234.557
2008	1.447.276	422.542	905.465	247.481

Tabla 8.2.5.- Emisión y recuperación de CH_4 en vertederos gestionados *(Cifras en Mg)*

Año	Vertederos individualizados						Vertederos no individualizados	
	Metano generado	Metano quemado en antorchas	Metano con recuperación energética	Total captado	Metano emitido (fugado)	Número vertederos con captación	Metano generado	Metano emitido
1990	112.563	2.822	89	2.911	98.687	1	102.704	92.433
1991	131.510	3.554	121	3.675	115.051	1	104.431	93.988
1992	149.143	4.332	395	4.728	129.974	2	106.212	95.591
1993	165.892	5.665	977	6.642	143.325	3	109.357	98.421
1994	183.553	9.687	1.288	10.975	155.321	5	113.356	102.020
1995	200.982	6.902	5.611	12.513	169.622	6	119.132	107.219
1996	218.187	7.915	8.086	16.001	181.967	7	126.971	114.274
1997	235.565	8.959	8.874	17.833	195.960	8	134.410	120.969
1998	254.095	9.520	13.207	22.727	208.231	11	141.949	127.754
1999	267.620	10.365	16.381	26.746	216.787	13	149.463	134.516
2000	286.928	10.222	25.233	35.456	226.325	14	157.996	142.196
2001	305.988	11.088	26.852	37.941	241.242	17	165.769	149.192
2002	325.882	15.958	32.890	48.848	249.330	20	175.788	158.209
2003	339.084	16.260	55.853	72.113	240.274	26	183.862	165.476
2004	363.058	16.244	91.598	107.842	229.694	30	195.984	176.386
2005	376.086	22.104	90.875	112.979	236.797	32	208.905	188.014
2006	392.037	14.968	100.424	115.392	248.981	32	222.160	199.944
2007	406.164	14.434	103.096	117.530	259.771	34	234.557	211.102
2008	422.542	15.597	101.574	117.171	274.833	34	247.481	222.733

De las emisiones de los contaminantes procedentes de la quema de metano en la captación del biogás en vertederos gestionados sólo se incluyen aquí las correspondientes a la quema en antorchas, es decir, cuando no se realiza valorización energética del biogás quemado, pues si se realiza valorización energética las emisiones correspondientes, incluidas en su caso las del combustible auxiliar de apoyo, se contabilizan en la categoría 1A1a del sector Energía. Las emisiones se han calculado multiplicando las toneladas de metano quemado por los factores de emisión correspondientes a antorchas (véase la tabla 8.2.6). Para el CH_4 los factores de emisión se han derivado de la información sobre porcentajes de eficiencia en la quema de hidrocarburos tomados de EPA AP-42 5ª Ed, tabla 2.4-3 del epígrafe 2.4 “Municipal Solid Waste Landfill”, asumiendo que los complementos a la unidad de las eficiencias en la quema constituían las fracciones de fuga del metano. Para el N_2O el factor ha sido derivado por el equipo de trabajo del inventario a partir del factor del valor de 1,75 g N_2O/GJ_{PCI} del biogás referido en la publicación “Facteurs d’emission du protoxide dázote pour les installations de combustión et les procédés industriels” del CITEPA. Por último, para NO_X y CO la fuente de información de los factores ha sido EPA AP-42 5ª Ed, tabla 2.4-4 del epígrafe 2.4 “Municipal Solid Waste Landfill”.

En la tabla 8.2.6 se muestran los factores de emisión y en la tabla 8.2.7 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con lo expuesto en el párrafo anterior.

Tabla 8.2.6.- Vertederos gestionados con captación de biogás. Factores de emisión

	Antorchas	Unidad
CH_4	8.000	g CH_4/t CH_4
CO	17.545	g CO/t CH_4
N_2O	90	g N_2O/t CH_4
NO_X	950	g NO_X/t CH_4

Tabla 8.2.7.- Emisiones (antorchas) por la quema de metano en vertederos gestionados con captación de biogás *(Cifras en Mg)*

Año	CH_4	CO	NO_X	N_2O
1990	22,57	49,51	2,68	0,25
1991	28,43	62,36	3,38	0,32
1992	34,66	76,01	4,12	0,39
1993	45,32	99,39	5,38	0,51
1994	77,50	169,96	9,21	0,87
1995	55,22	121,10	6,56	0,62
1996	63,32	138,87	7,52	0,71
1997	71,67	157,18	8,51	0,81
1998	76,16	167,03	9,05	0,86
1999	82,92	181,86	9,85	0,93
2000	81,78	179,35	9,71	0,92
2001	88,71	194,55	10,54	1,00
2002	127,67	279,99	15,17	1,44
2003	130,08	285,28	15,45	1,46
2004	129,95	285,00	15,44	1,46
2005	176,83	387,81	21,01	1,99
2006	119,74	262,61	14,22	1,35
2007	115,47	253,25	13,72	1,30
2008	124,78	273,65	14,82	1,40

En el caso de los vertederos no-gestionados, una fracción de su masa es quemada, al objeto de reducir volumen, y en tal caso se generan, además de las emisiones de biogás de la fracción de RU no quemada, las correspondientes a los contaminantes propios de la combustión de la fracción quemada.

La estimación de las emisiones de la fracción quemada se realiza multiplicando la variable de actividad, convertida previamente de masa bruta a masa seca combustible[2], por los correspondientes factores de emisión. De la fracción seca combustible de los residuos quemados en vertederos no gestionados se considera que un 85% son de origen orgánico renovable y un 15% son de origen fósil[3]. El valor del factor de emisión de CO_2 para la

[2] Para el paso a masa seca se utiliza el factor de escala de 0,52 (se asume un 48% de humedad) y para el paso de masa seca a masa seca combustible se aplica un factor de 0,83 (de la composición tipológica de los residuos se deduce que el 17% no es combustible).

[3] A estos porcentajes se llega considerando los componentes combustibles de uno y otro origen que figuran en la fila del año 1990 de la tabla 8.2.3. En concreto se consideran combustibles de origen no fósil la materia orgánica (46,75%), el papel y cartón (20%), la madera (2,71%); por su parte se consideran combustibles de origen fósil los plásticos (7,0%); para los textiles (4,8%) se dividen entre fósil y no fósil en las proporciones de 0,5 y 0,5; para las gomas y cauchos (1,5%) se

fracción fósil de los residuos quemados se estima en 2.933 g CO_2/tonelada de fracción fósil de residuo quemado. A este valor se llega asumiendo un porcentaje de rendimiento de la combustión del 80% (así 2.933 = 0,8 * 1000 * 44/12). Para el SO_2, NO_X, N_2O, metales pesados y contaminantes orgánicos persistentes se han tomado los mismos factores que para la incineración de RUs, mientras que para los COVNM, CH_4 y CO la información procede de la parte I, apartados 12.2.2 y 12.3 del Manual CORINAIR (1992).

8.2.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre asociada a las variables de actividad se cifra en un 30%, tanto en vertederos gestionados sin captación del biogás como no gestionados, motivada por la fiabilidad de la información de las fuentes de referencia “Medio Ambiente en España”, los cuestionarios a vertederos individualizados y la incertidumbre en la fracción incinerada en vertederos no gestionados.

Para los parámetros que determinan el factor de emisión se asumen en general las incertidumbres propuestas en la tabla 5.2 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, dando como resultado una incertidumbre en el factor de emisión estimada en 70,4%.

8.2.4.- Control de calidad y verificación

Se ha realizado un significativo esfuerzo para mejorar la calidad de los datos procedentes de los cuestionarios a vertederos de los que se recaba información por esta vía, solicitándoles la lista de residuos depositados según el Catálogo Europeo de Residuos (CER) a aquellos que no los hubieran clasificado en los componentes solicitados, para poder así asignar el DOC correspondiente a los constituyentes presentes en los RU según la tabla 6.3 del Manual de Referencia 1996 IPCC.

Además del examen pormenorizado realizado a los vertederos gestionados que han cumplimentado el cuestionario, se han analizado las series de todos los vertederos que aparecen en el libro “Medio Ambiente en España” y se ha contactado con los técnicos de la Subdirección General de Producción y Consumos Sostenibles del MARM para subsanar las carencias encontradas.

En el análisis exploratorio de datos de los RU depositados en los vertederos no gestionados se identificaron anomalías potenciales en el enlace del intervalo 1993-1996 con el intervalo 1997-1999. Investigadas las fuentes originales de datos se corroboró que la información aparecía así declarada en la fuente original, no habiendo podido identificarse una anomalía cierta, por lo que tras esta contrastación se mantuvo la información de la serie de la fuente original (Medio Ambiente en España).

---

dividen entre fósil y no fósil en las proporciones de 0,5 y 0,5. Por otra parte como materia no combustible figura, además de la anteriormente indicada, las partidas correspondientes a vidrio (6,8%), metales férreos (4,0%), metales no férreos (1,0%), pilas (0,15%) y otros residuos (5,29%). Agrupando todas las partidas de materias combustibles resulta un total de materia combustible del 83% (87,7% no fósil y 12,3 fósil).

8.2.5.- Realización de nuevos cálculos

Se han efectuado también nuevos cálculos en todos aquellos vertederos en que se ha dispuesto de una versión actualizada de las variables de actividad o de los parámetros que intervienen en el algoritmo de estimación de las emisiones al haberse actualizado en las fuentes originales las cifras provisionales o simplemente proyectadas de la edición anterior. Se ha incorporado el vertedero de Zaragoza entre los grandes vertederos que proporcionan la información vía cuestionario individualizado, remplazándose, para dicho vertedero, los datos de depósito de residuos que en la edición anterior del inventario procedían de la fuente Medio Ambiente en España en el periodo 1990-2007 y los datos procedentes de la estadística aplicada kg/habitantes/año en el periodo 1970-1989. En esta edición del inventario se ha incorporado a la información de los vertederos sin cuestionario individualizado los residuos provenientes de los rechazos no valorizables procedentes de las plantas de compostaje.

Se ha actualizado el valor del parámetro carbono orgánico degradable (COD) por defecto para los residuos de procedencia distinta a la recogida directa domiciliaria: i) rechazos de plantas de compostaje (0,2), ii) lodos de depuradora (0,175) y iii) otros (0,04).

La comparación de resultados de las emisiones de CO_2 equivalente entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos de valores absolutos en la figura 8.2.1 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 8.2.2. De la observación de los valores de la figura y tabla anteriores destaca cómo los recálculos son especialmente significativos para el periodo 2002-2008, periodo en el que resultan especialmente importantes las revisiones de los datos de cantidades depositadas con relación a los datos homólogos que hasta el periodo 2007 figuraban en la edición anterior del inventario.

Figura 8.2.1.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

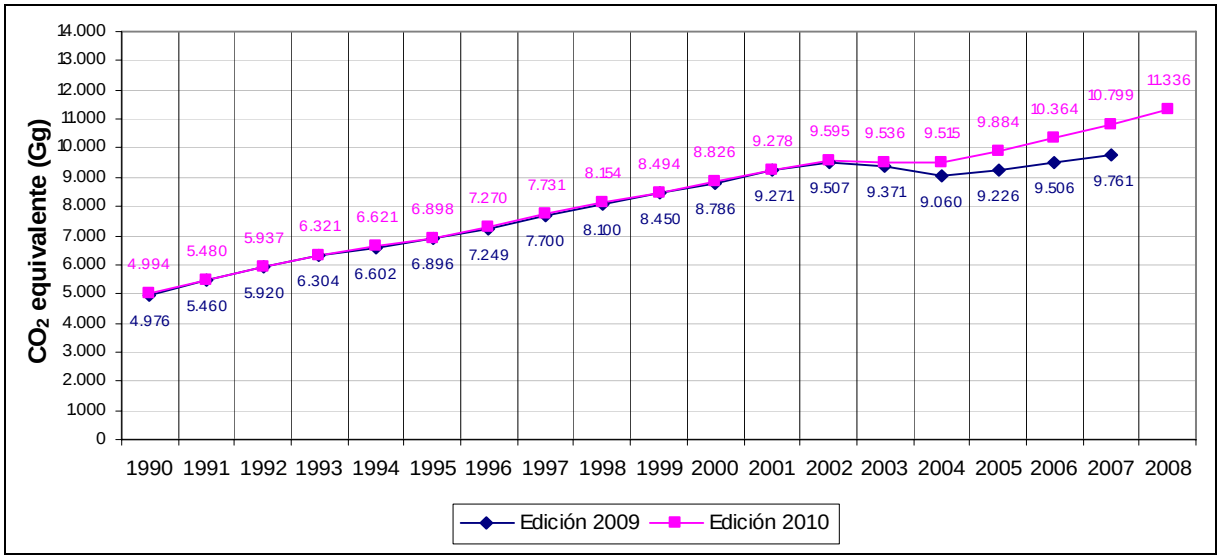
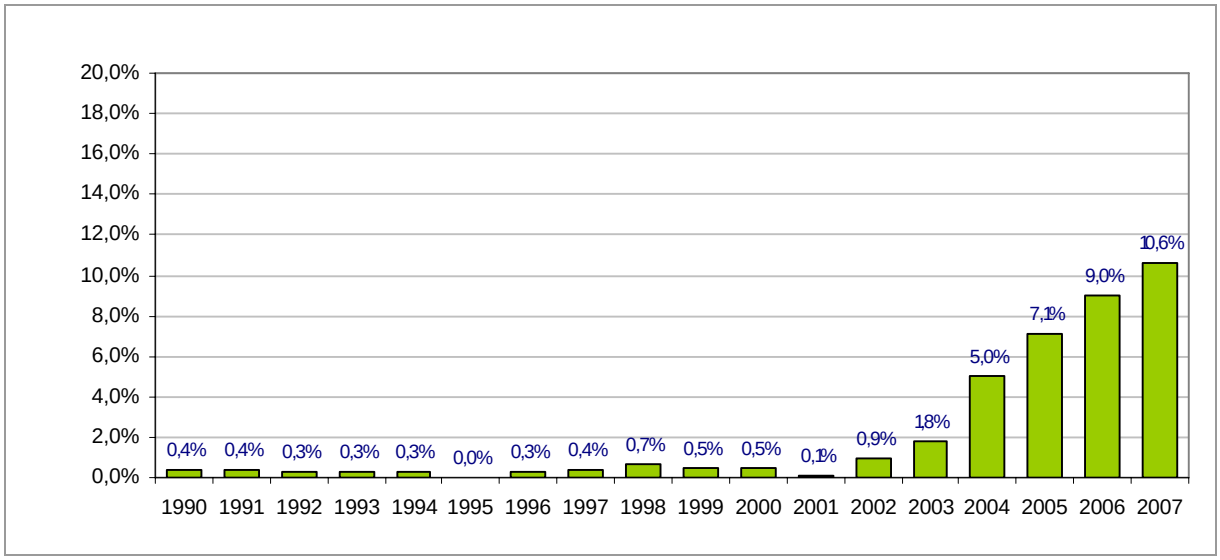


Figura 8.2.2.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



8.2.6.- Planes de mejoras

Se seguirá profundizando en el trabajo ya iniciado en ediciones anteriores del inventario referente a la recogida directa e individualizada, vía cuestionario de información, sobre grandes vertederos que mayoritariamente recuperan biogás. Con esa nueva información de base se mejorarán los contrastes sobre parámetros de gestión de vertederos individualizados, así como las estimaciones de la serie de residuos depositados en vertederos gestionados. Fruto de estos trabajos se considera que se derivará una mejora significativa de la calidad de la información y de la fiabilidad de las estimaciones de las correspondientes emisiones.

Asimismo, sigue en marcha el proceso de colaboración con la Subdirección General de Producción y Consumos Sostenibles del MARM para la mejora de información sobre el balance de uso y destino de los diferentes tipos de residuos, los procesos y gestión en vertederos y los tratamientos emergentes de residuos (compostaje, biometanización, etc.), así como el proceso de colaboración con los responsables técnicos del sector residuos de las CCAA para la aportación de nueva información contrastada sobre la composición tipológica de los residuos.

La biometanización en España es una práctica de tratamiento de los residuos reciente y de uso todavía limitado realizada como alternativa al depósito en grandes vertederos gestionados como La Galiana (Madrid) o Garraf (Barcelona). En la edición actual se han circulado cuestionarios individualizados a dichas plantas para incorporar sus emisiones al inventario, sin embargo no ha sido posible obtener información de ninguna de estas plantas al cierre de esta edición del inventario, aunque se prevé su inclusión en la próxima edición.

8.3.- Tratamiento de las aguas residuales de origen industrial y residencial-comercial - (CH_4) (6B)

8.3.1.- Descripción de la actividad emisora

En esta categoría se incluye el tratamiento de las aguas residuales tanto de origen industrial como de origen residencial-comercial.

a) Aguas de origen industrial

Se distingue en primer lugar, según la procedencia de la información, entre fuentes puntuales, para las que se dispone de información individualizada a nivel de planta, y fuentes de área, en las que la información aparece agregada por sector o subsector industrial.

La variable de actividad que se ha tomado para las fuentes puntuales, que comprenden las refinerías de petróleo y las plantas de fabricación de pasta de papel, ha sido el volumen de agua residual tratada, cuya información ha sido obtenida a través de cuestionarios individualizados y cuyo total se muestra en la tabla 8.3.1.a siguiente. En esta edición del inventario se ha revisado la estimación de emisiones del periodo 1990-2000 del que no se disponía, ni se dispone, de información directa del volumen de agua tratada. Para ello se tomó el ratio volumen/producción (m^3 de agua tratada/tonelada de pasta de papel producida) del año 2001, año para el que se disponía de esta información a través de los cuestionarios individualizados. Tomando el valor de ese ratio y los valores de la serie de producción de pasta de papel 1990-2000 proveniente de los cuestionarios individualizados se calcularon, para cada planta, los valores de volumen de agua residual tratada para el periodo 1990-2000.

Tabla 8.3.1.a.- Aguas residuales industriales. Variables de actividad: Fuentes puntuales

VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL DEPURADO (m^3)							
1990	**1995**	**2000**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
66.066.023	89.946.057	99.977.737	98.006.780	94.115.936	100.585.477	105.838.282	99.009.049

Por su parte, para las fuentes de área, que cubren los sectores de la industria agroalimentaria y de la industria química, la variable de actividad considerada ha sido la carga orgánica tanto de la línea de aguas como de la línea de lodos, expresada en términos de demanda química de oxígeno (DQO), y cuya información, así como la de los parámetros relevantes para el algoritmo de estimación de las emisiones, procede de los estudios de regulación de vertidos realizados por la antigua Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, con años de referencia 1994 para el sector de la industria agroalimentaria y 1996 para el sector de la industria química.

De dichos estudios se recopiló la información sobre: a) producción o consumo de materia prima principal, b) ratio de vertido, expresado en m^3 de vertido por unidad de producto o materia prima principal, c) volumen de vertido, expresado en m^3; d) ratio de carga orgánica por unidad de vertido, expresado en kg de DQO/m^3 de agua residual vertida; y e)

parámetro DS_{ind} que indica la fracción de la carga residual orgánica (DQO) retirada como lodos de la corriente de vertido tratada.

La información de base mencionada sobre estas fuentes de área se muestra en la tabla 8.3.1.b siguiente, en la que puede observarse el desglose de la misma por subsectores de actividad:

- Industria agroalimentaria: aceites vegetales, café, cárnicas, cerveza, conservas de pescado, conservas vegetales, lácteos, vinos y licores.
  - CNAE 15.4: Aceites vegetales
  - CNAE 15.86: Café
  - CNAE 15.1: Cárnicas
  - CNAE 15.96: Cerveza
  - CNAE 15.20: Conservas de pescado
  - CNAE 15.33: Conservas vegetales
  - CNAE 15.51: Lácteos
  - CNAE 15.93: Vinos
  - CNAE 15.91: Licores

- Industria química: farmacia y química orgánica.
  - CNAE 24.41: Fabricación de productos farmacéuticos
  - CNAE 24.42: Fabricación de preparaciones farmacéuticas y otros productos farmacéuticos de uso medicinal
  - CNAE 24.14: Fabricación de productos básicos de química orgánica
  - CNAE 24.15: Fabricación de abonos y compuestos nitrogenados fertilizantes

Tabla 8.3.1.b.- Aguas residuales industriales. Variables de actividad: Fuentes de área

Sector Industrial	Subsector	(Producción/Consumo)		Ratio de vertido		D_{ind} (kg DQO/m^3)	DS_{ind}
		Cantidad	Ud	Cantidad	Ud		
Alimentación (Año referencia 1994)	Aceites vegetales	10.482.798	Mg	6,00	m^3/Mg	0,93	0,8
	Azúcar	1.339.999	Mg	3,25	m^3/Mg	5,92	0,8
	Café	116.700	Mg	1,09	m^3/Mg	2,20	0,8
	Cárnicas	934.000	Mg	8,70	m^3/Mg	0,92	0,8
	Cerveza	24.280.003	Hl	2,00	m^3/Hl	0,55	0,8
	Conservas de pescado	670.000	Mg	15,00	m^3/Mg	2,67	0,8
	Conservas vegetales	14.749.998	Mg	15,00	m^3/Mg	2,00	0,8
	Lácteos	4.765.900	Mg	2,00	m^3/Mg	1,75	0,8
	Vinos y licores	38.235.555	Hl	6,00	m^3/Hl	0,93	0,8
Química (Año referencia1996)	Farmacia	59.800.653	m^3	0,93	m^3/m^3	5,53	0,8
	CNAE: 24.41	54.804.020	m^3	0,955	m^3/m^3	6	0,8
	CNAE: 24.42	4.996.634	m^3	0,6	m^3/m^3	0,4	0,8
	Química orgánica	84.777.439	m^3	0,68	m^3/m^3	1,46	0,8
	CNAE: 24.14	31.430.199	m^3	0,75	m^3/m^3	3,68	0,8
	CNAE: 24.15	53.347.237	m^3	0,64	m^3/m^3	0,16	0,8

Para obtener series temporales homogéneas de las variables de actividad para el conjunto del periodo 1990-2008 se proyectaron las cifras de producción de los años de referencia de cada uno de los dos sectores considerados, 1994 para el sector agroalimentario y 1996 para el sector químico, con los correspondientes índices de producción industrial que elabora el Instituto Nacional de Estadística (INE), véase tabla 8.3.1.c.

Tabla 8.3.1.c.- Índice de Producción Industrial

Año	ALIMENTACIÓN		QUÍMICA	
	Serie Original	Serie Normalizada	Serie Original	Serie Normalizada
1990	91,05	96,66	76,69	87,16
1991	92,81	98,52	76,57	87,02
1992	89,25	94,75	76,53	86,98
1993	90,63	96,21	75,29	85,57
1994	94,20	**100**	85,93	97,65
1995	92,63	98,33	87,94	99,94
1996	89,83	95,36	87,99	**100**
1997	96,61	102,56	94,08	106,91
1998	100,93	107,14	97,51	110,82
1999	100,84	107,05	101,43	115,27
2000	100,02	106,17	100,00	113,65
2001	100,36	106,54	100,84	114,6
2002	104,92	111,38	103,58	117,72
2003	107,33	113,94	108,00	122,74
2004	108,95	115,66	106,92	121,51
2005	110,63	117,44	106,93	121,53
2006	110,50	117,30	111,00	126,15
2007	110,20	116,99	112,71	128,09
2008	109,42	116,15	109,07	123,95

b) Aguas de origen residencial-comercial

Para las aguas residuales de origen residencial-comercial, la variable de actividad seleccionada ha sido la carga orgánica, expresada en masa de demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5). Para el cálculo de dicha variable se ha utilizado el dato de población efectivamente servida por estaciones depuradoras de aguas residuales, que figura en la publicación "Medio Ambiente en España" del MARM para los años 1994 y 1997, y por interpolación y extrapolación se ha obtenido la serie homogénea para el período 1990 a 2008[4].

Para la carga orgánica degradable se ha asumido un valor de 300 mg DBO_5/litro de agua residual y un caudal de 200 litros/habitante equivalente y día, y 365 días de operación al año. El producto de esa concentración de carga (300 mg DBO_5/litro) por el referido caudal diario (200 litros/habitante-equivalente y día) y por los 365 días del año da como resultado una carga, D_{dom}, de 21,9 kg DBO_5/hab-eq y año, o de 60 g de DBO_5/hab-eq y día,

[4] Cabe mencionar que los datos declarados en la edición anterior para el año 2007 han sido corregidos debido a la identificación de un error en la extrapolación realizada. Hecho incorporado y comentado con más detalle en el apartado de recálculos.

coincidente con la que aparece en la definición de carga por habitante–equivalente del apartado 6 del artículo 2 de la Directiva 91/271/CEE sobre *tratamiento de las aguas residuales urbanas*. En cuanto al parámetro DS_{dom} que representa la fracción de la carga orgánica (DBO_5) retirada como lodos de la corriente de vertido tratada se ha asumido un valor de 0,75. En la tabla 8.3.2 siguiente se muestran los valores de la variable de actividad final, toneladas de carga de DBO_5 por año, de las líneas de aguas (TOW_{dom}) y de lodos (TOS_{dom}) de estas aguas residuales de origen residencial-comercial.

Tabla 8.3.2.- Aguas residuales residencial-comercial. Variables de actividad

Año	Población (Hab. Eq.)	D_{dom}	DS_{dom}	TOW_{dom} (t DBO_5 año)	TOS_{dom} (t DBO_5 año)
1990	82.467.586	21,9	0,75	451.510	1.354.530
1991	83.126.385	21,9	0,75	455.117	1.365.351
1992	83.785.184	21,9	0,75	458.724	1.376.172
1993	84.443.984	21,9	0,75	462.331	1.386.992
1994	85.102.783	21,9	0,75	465.938	1.397.813
1995	85.761.582	21,9	0,75	469.545	1.408.634
1996	86.420.382	21,9	0,75	473.152	1.419.455
1997	87.079.181	21,9	0,75	476.759	1.430.276
1998	87.737.980	21,9	0,75	480.365	1.441.096
1999	88.396.780	21,9	0,75	483.972	1.451.917
2000	89.055.579	21,9	0,75	487.579	1.462.738
2001	89.714.378	21,9	0,75	491.186	1.473.559
2002	90.373.178	21,9	0,75	494.793	1.484.379
2003	91.051.977	21,9	0,75	498.400	1.495.200
2004	91.690.776	21,9	0,75	502.007	1.506.021
2005	92.349.576	21,9	0,75	505.613	1.516.842
2006	93.008.374	21,9	0,75	509.221	1.527.663
2007	93.667.170	21,9	0,75	512.828	1.538.483
2008	94.325.972	21,9	0,75	516.435	1.549.304

En la tabla 8.3.3 se muestran para esta categoría del tratamiento de las aguas residuales (industriales + doméstico-comerciales) las emisiones absolutas, en masa de CH_4 (primera fila) y de CO_2-eq (segunda fila), las emisiones en términos de índice temporal de CO_2-eq (tercera fila) y la ponderación (en porcentaje) de estas emisiones con relación a las emisiones, en términos de CO_2-eq, del total del inventario (fila cuarta) y del sector residuos (fila quinta).

Tabla 8.3.3.- Emisiones: Valores absolutos, índices y ratios

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CH_4(Gg)	59	71	86	99	102	105	108	110
CO_2-eq (Gg)	2.315	2.497	2.876	3.251	3.335	3.399	3.489	3.558
Índice CO_2-eq	100,00	107,86	124,23	140,43	144,06	146,83	150,71	153,69
% CO_2-eq sobre total inventario	0,81	0,79	0,76	0,77	0,77	0,80	0,80	0,88
% CO_2-eq sobre sector residuos	30,25	25,39	23,48	24,29	24,13	23,58	23,32	22,86

8.3.2.- Aspectos metodológicos

Para las fuentes puntuales industriales, con cuestionarios individualizados por planta, el factor de emisión de metano seleccionado, referido al volumen de agua residual tratada, procede de la tabla 2 del capítulo B9101 del Libro Guía EMEP/CORINAIR.

Para las fuentes de área, con información basada en estudios o estadísticas sectoriales sin datos individualizados por plantas, se ha aplicado la metodología de la sección 5.2 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Las emisiones, computando las contribuciones de las líneas de aguas y de lodos, se obtienen como producto de la carga orgánica degradable (aguas y lodos) por los factores de emisión de metano, descontando de dicho producto la cantidad de metano recuperado. A su vez, los factores de emisión de metano se expresan como el producto del respectivo parámetro B_0 de capacidad máxima de producción de metano por el factor ponderado de conversión a metano, MCFP.

Los valores adoptados de los parámetros requeridos por los algoritmos que expresan los factores de emisión en las líneas de aguas y lodos se reseñan en los apartados que siguen, diferenciando en su caso entre las aguas de origen industrial y las de origen residencial-comercial.

B_0, Capacidad máxima de producción de metano

Para la capacidad máxima de producción de metano (B_0), ya sea en la línea de agua como en la de lodos, se han tomado los valores por defecto recomendados en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, y que son:

- 0,25 kg CH_4/kg de DQO para las aguas de origen industrial
- 0,60 kg CH_4/kg de DBO_5 para las aguas de origen residencial-comercial

MCFP, Factor ponderado de conversión a metano

El factor ponderado de conversión de metano, MCFP, se ha calculado, de acuerdo con la ecuación 5.8 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, como el sumatorio, extendido a los sistemas de tratamiento (aeróbico y anaeróbico), de los productos del factor de conversión de metano (MCF) correspondiente a cada sistema de tratamiento por la fracción (WS-aguas o SS-lodos) que de la corriente tratada se realiza en el correspondiente sistema, diferenciando entre la línea de tratamiento de aguas, subíndice "*i*", y la línea de tratamiento de lodos, subíndice "*j*", según se especifica a continuación para las aguas de origen industrial y para las aguas de origen residencial-comercial.

a) Aguas de origen industrial

- En la línea de aguas $\sum_x \left(WS_{ix} \times MCF_x \right)$ = (0,33 x 0) + (0,67 x 0,15),

  donde el primer producto corresponde al tratamiento aeróbico y el segundo al anaeróbico.

- En la línea de lodos $\sum_{y}\left(SS_{jy} \times MCF_{y}\right)$ = (0,5 x 0) + (0,5 x 0,3),

  donde, análogamente a la línea de aguas, el primer producto corresponde al tratamiento aeróbico y el segundo al anaeróbico.

b) Aguas de origen residencial-comercial

- En la línea de aguas $\sum_{x}\left(WS_{ix} \times MCF_{x}\right)$ = (1 x 0,005),

  donde el primer producto corresponde al único tratamiento que es de tipo aeróbico.

- En la línea de lodos $\sum_{y}\left(SS_{jy} \times MCF_{y}\right)$ = (0,15 x 0) + (0,85 x 0,3)

  donde, análogamente a la línea de aguas, el primer producto corresponde al tratamiento aeróbico y el segundo al anaeróbico.

FE, Factor de emisión de metano

El factor de emisión de metano, FE, se ha calculado, de acuerdo con la ecuación 5.7 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC, como el producto de los respectivos valores de B_0 y de MCFP más arriba presentados para las aguas de origen industrial y de origen residencial-comercial, y en los que para cada una de ellas se computaban las contribuciones de las líneas de aguas y de lodos. Así los factores se pueden expresar como se indica en las tablas 8.3.4.a., 8.3.4.b y 8.3.5 siguientes. Los factores de emisión de la tabla 8.3.4.a. son los valores obtenidos como cociente entre la emisión calculada y el volumen de agua tratada.

a) Aguas de origen industrial

Tabla 8.3.4.a.- Aguas residuales industriales. Factores de emisión: Fuentes de área
(Cifras en g CH_4/Unidad de producción[5])

SECTOR INDUSTRIAL	SUBSECTOR	FACTOR EMISIÓN
QUÍMICA	FARMACIA	105,56
	QUÍMICA ORGÁNICA	21,78
ALIMENTACIÓN	ACEITES VEGETALES	112,14
	AZÚCAR	385,48
	CAFÉ	48,06
	CÁRNICAS	161,00
	CERVEZA	22,03
	CONSERVAS DE PESCADO	801,00
	CONSERVAS VEGETALES	600,75
	LÁCTEOS	70,09
	VINOS Y LICORES	112,14

[5] Véase tabla 8.3.1.b para identificar la unidad de producción considerada para cada sector industrial.

Tabla 8.3.4.b.- Aguas residuales industriales. Factores de emisión: Fuentes puntuales

Sectores: Refino de petróleo y pasta de papel	
3,7	g CH_4/m^3 agua tratada

b) Aguas de origen residencial-comercial

Tabla 8.3.5.- Aguas residuales residencial-comercial. Factores de emisión

Línea de aguas (EFw)	
3	g CH_4/kg DBO_5
Línea de lodos (EFs)	
153	g CH_4/kg DBO_5

EE, Emisiones brutas, recuperación de metano y emisiones netas

El algoritmo se completa estimando en primer lugar las emisiones brutas, EB, como sumatorio de los productos de: a) la variable de actividad, expresada como volumen de vertido para las aguas industriales de fuentes puntuales, masa de DQO para las aguas industriales de fuentes de área y masa de DBO_5 para las aguas residenciales-comerciales y b) el correspondiente factor de emisión.

En segundo lugar se descuenta de EB, si tal fuera el caso, la cantidad, R, de metano recuperada, obteniendo así la cifra estimada, EN, de emisiones netas.

Para las aguas residuales industriales de fuentes de área se estima que la cantidad de CH_4 recuperada es el 50% en la línea de lodos y que no hay recuperación en la línea de aguas; y en las fuentes puntuales se asume, al carecerse de información al respecto, que no se realiza recuperación. Para las aguas residuales residencial-comercial se estima que del total de CH_4 generado en la línea de aguas y lodos, el 50% es recuperado con fines energéticos.

El consumo humano de proteínas (como emisor de N_2O)

La metodología seguida para el cálculo de las emisiones de óxido nitroso es la del Manual de Referencia 1996 IPCC. El consumo de proteínas (tabla 8.3.6) se ha actualizado para la serie temporal 1990-2008 con la nueva información facilitada por la Dirección General de Industria y Mercados Alimentarios del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. La nueva información consta del consumo alimentario humano de proteína, tanto en hogares como extradoméstico, expresado en toneladas totales, para la población de referencia del estudio de la Dieta Alimentaria en España. Sobre la base de esa información se ha escalado el consumo total de proteína multiplicando en cada año el consumo total de proteína del estudio de la Dieta Alimentaria en España por el ratio entre la población de referencia del inventario y la población de referencia del estudio de la Dieta Alimentaria en España.

Los valores de los parámetros requeridos por el algoritmo de cálculo de estimación de las emisiones son los valores propuestos por el Manual: la fracción de nitrógeno en la proteína es 0,16 kg N/kg proteína y el factor de emisión es 0,01 kg N_2O-N/kg N en las aguas de saneamiento. Para la población se ha tomado la serie del Instituto Nacional de Estadística, estimada a 1º de enero.

Tabla 8.3.6.- Consumo humano de proteínas medio nacional *(Cifras en g/hab/día)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
97,01	90,34	93,3	95,7	95,1	93,5	94,9	95,03

8.3.3.- Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre asociada a las variables de actividad es presumiblemente elevada tanto en las aguas de origen industrial como también en las de origen residencial-comercial. Para las primeras, la información básica se refiere a años en la mitad de la década de los 90, a partir de los cuales se estimaron las series temporales 1990-2008 por extrapolación mediante la aplicación de los correspondientes índices de producción industrial. Para las aguas de origen residencial-comercial, la información de base directa proviene de los años 1994 y 1997, habiéndose utilizado procedimientos de interpolación y extrapolación para el cálculo de la población equivalente servida. En conjunto podría asumirse un factor de tres (de -30% a –300%) para cada una de estas dos variables.

Para los parámetros que determinan el factor de emisión se asumen en general las incertidumbres propuestas en las tablas 5.3 y 5.5 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Las series de las variables de base recogidas en el algoritmo de estimación de las emisiones se consideran temporalmente homogéneas por provenir de estadísticas anuales con sus correspondientes controles de calidad (caso del Índice de Producción Industrial del INE, la población española del INE, los volúmenes de agua tratada y producciones de los focos puntuales tomados de las cuestionarios individualizados a plantas). En consecuencia con lo anterior y dada la estabilidad temporal del algoritmo de estimación de emisiones, se consideran también temporalmente homogéneas las series de emisiones estimadas.

8.3.4.- Control de calidad y verificación

El control de calidad se ha centrado en la contrastación de la coherencia intrínseca del algoritmo de estimación de emisiones aplicado a los tratamientos de las aguas según su origen y fuente de información. No se ha implantado hasta ahora un control adicional sobre la evolución de las variables de actividad y otros parámetros relevantes en la determinación de los factores de emisión.

8.3.5.- Realización de nuevos cálculos

En el caso del tratamiento de aguas residuales industriales, se ha actualizado el volumen de agua tratado en las plantas de tratamiento de pasta de papel. Para el caso del

tratamiento de aguas residuales domésticas, se ha llevado a cabo una corrección en los datos de la variable de actividad para el año 2007 debido a la identificación de un error en la extrapolación realizada. Por último, se ha actualizado el consumo de proteínas para el conjunto del periodo inventario 1990-2008 a partir de la nueva información facilitada por la Dirección General de Industria y Mercados Alimentarios del MARM.

La comparación de resultados de las emisiones de CO_2 equivalente entre las ediciones actual y anterior del inventario se muestra en términos de valores absolutos en la figura 8.3.1 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 8.3.2. Como puede observarse en ambas figuras, el efecto de los recálculos sobre el nivel de las emisiones es de cuantía reducida, inferior en todos los años al 1%, a excepción de la variación en las emisiones del año 2007, en cuyo caso es del –1,5% debido a la corrección del error indicado anteriormente.

Figura 8.3.1.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

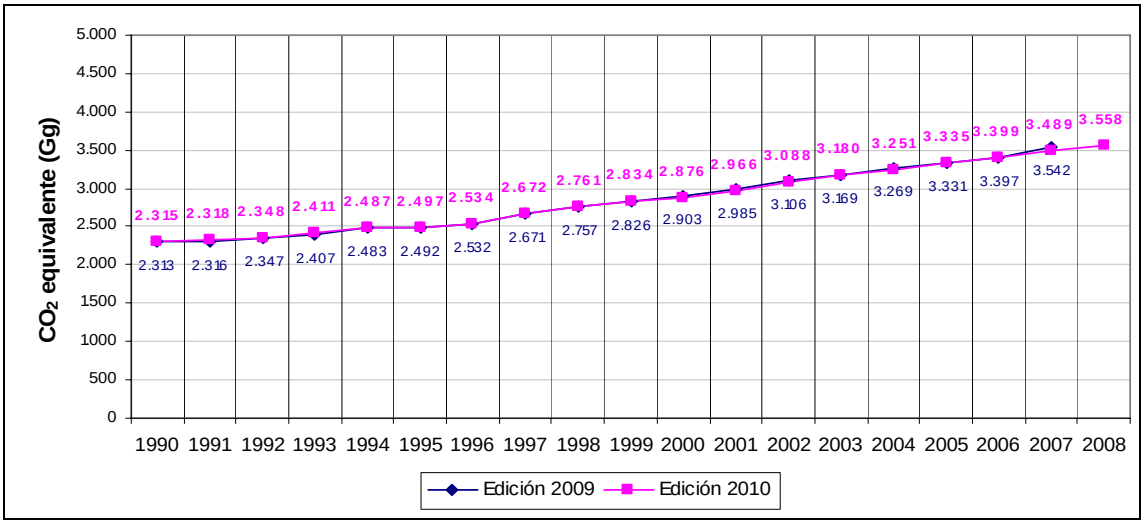
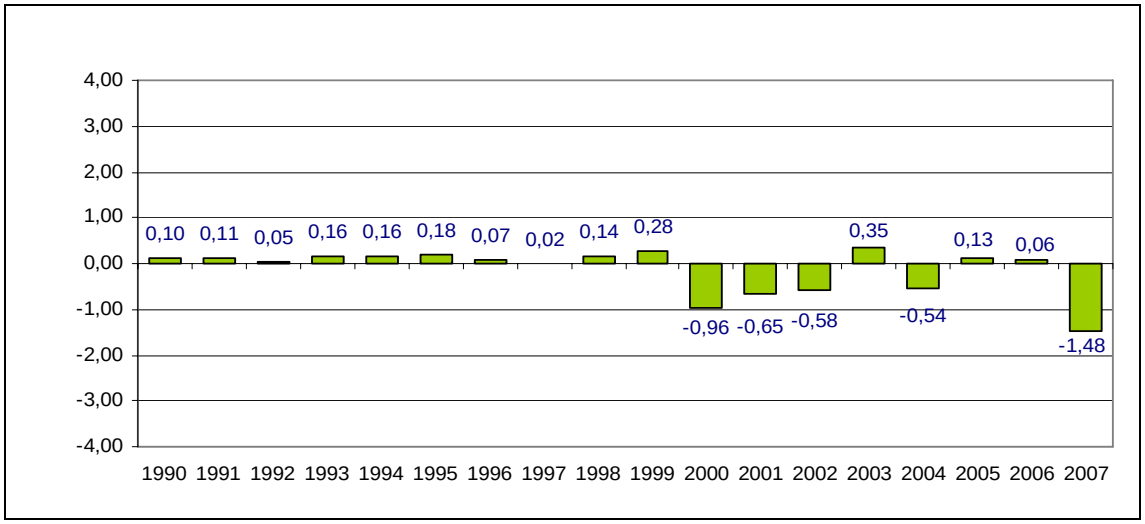


Figura 8.3.2.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



8.3.6.- Planes de mejora

Reconocida la incertidumbre actualmente asociada, tanto para el tratamiento de aguas residuales industriales como de origen residencial-comercial, a la variable de actividad, volumen de vertido, ratio de vertido y carga orgánica, se considera prioritaria la colaboración de la Dirección General del Agua del MARM para acceder y poder procesar la información pertinente de la base de datos de estaciones depuradoras de aguas residuales. A fecha de cierre del inventario se ha recibido nueva información de base de dicha Dirección General del Agua que está siendo analizada pero que no ha podido ser procesada en esta edición del inventario. Se espera que en la próxima edición del inventario pueda incorporarse ya el procesamiento de la información recibida y de la complementaria que se reciba para cubrir toda la revisión de información de base de este sector.

8.4.- Otras categorías no clave

En este epígrafe 8.4 se presenta la información de otras actividades del sector residuos que no tienen la categoría de fuente clave ni por el nivel ni por la tendencia. En el sub-epígrafe 8.4.1 se presentan las relacionadas con la Incineración de residuos (categoría 6C) y en el sub-epígrafe 8.4.2 las restantes fuentes no clave "Otras" (categoría 6D), incluyéndose en esta última las emisiones de CH_4 del extendido de lodos.

Las emisiones en términos de CO_2-eq de estas categorías 6C y 6D ya fueron presentadas en la tabla 8.1.1 y en la figura 8.1.1.

8.4.1.- Incineración de residuos (6C)

8.4.1.1.- Descripción de la actividad emisora

En esta categoría se han estimado las emisiones producidas por las incineraciones de cadáveres, de residuos hospitalarios, de residuos urbanos cuando no se realiza valorización energética de los mismos y de lodos provenientes de la depuración de aguas residuales. En la edición actual del inventario se ha incorporado la estimación de las emisiones provenientes de la incineración de residuos industriales que se encuentran contabilizadas en el sector de Energía al practicarse la combustión con recuperación energética.

En la tabla 8.4.1 se muestran para esta categoría las emisiones absolutas, en masa de CO_2 (primera fila) y de CO_2-eq (segunda fila), las emisiones en términos de índice temporal de CO_2-eq (tercera fila) y la ponderación (en porcentaje) de estas emisiones con relación a las emisiones, en términos de CO_2-eq, del total del inventario (fila cuarta) y del sector residuos (fila quinta).

El descenso tan significativo en el nivel de emisiones que se registra hasta el año 2004 viene determinado esencialmente, como se verá más adelante, por i) el traslado desde el sector "Residuos" al sector "Energía" de la contabilización de las emisiones de la incineración de los residuos sólidos urbanos a medida que dicha incineración se realiza con valorización energética, y ii) la disminución de los residuos hospitalarios incinerados en España.

Tabla 8.4.1.- Emisiones de CO_2 equivalente: valores absolutos, índices y contribuciones relativas

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO_2 (Gg)	78	26	12	3,9	3,7	3,8	4,0	4,0
CO_2-eq (Gg)	88	34	23	9,4	9,3	9,6	9,8	9,8
Índice CO_2-eq	100,00	38,64	26,14	10,68	10,57	10,91	11,14	11,14
% CO_2-eq sobre total inventario	0,031	0,011	0,006	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
% CO_2-eq sobre sector residuos	1,16	0,35	0,19	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06

8.4.1.2.- Aspectos metodológicos

A continuación se detalla, para cada una de las actividades consideradas, la metodología seguida para estimar las emisiones de CO_2 y de los gases minoritarios (CH_4 y N_2O).

a) Incineración de cadáveres

La incineración de cadáveres humanos en los crematorios es actualmente la principal actividad que contribuye a las emisiones de CO_2. Las emisiones de CO_2 de esta actividad son debidas a la quema del combustible auxiliar empleado y de otros elementos materiales, no debidas a la incineración de los cadáveres propiamente dichos.

La cremación en España es una práctica de introducción relativamente reciente y de uso todavía limitado, aunque creciente como se puede comprobar en la tabla 8.4.2, donde se muestra la evolución del número de cadáveres incinerados, y cuya información ha sido facilitada por la Federación Europea de Servicios Funerarios[6]. En esta edición del inventario se han revisado las series de cremaciones para el periodo 1990 a 2007 a la luz de la nueva información recibida de la fuente anteriormente indicada, revisándose en concreto el número de cremaciones realizados en los años 2005, 2006 y 2007. Los datos del año 2008 no reflejan con precisión la totalidad de esta actividad ya que, a fecha de cierre del inventario, no se dispone de los datos de actividad de todas las instalaciones que llevan a cabo esta actividad, por lo que será revisado para la próxima edición del inventario.

Tabla 8.4.2.- Incineración de cadáveres. Variables de actividad

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
5.686	15.413	48.842	67.446	75.609	77.664	82.390	82.316

Es importante reseñar que, debido a que la unidad de la información de base requerida en el CRF-Reporter viene expresada en términos de masa y no de personas

[6] A través de un miembro del Comité de Trabajo de Cementerios Estadísticas e Incineración

incineradas, se ha considerado un peso medio por cadáver de 65 kg[7] para realizar la conversión de unidades.

La información sobre los factores de emisión se ha tomado de los datos declarados por los crematorios del Municipio de Madrid para la elaboración del Inventario de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera de este Municipio. Estos factores son los siguientes: SO_2 (13 g/c.i.), NO_X (156 g/c.i.), COVNM (14,6 g/c.i.), CH_4 (0,08 g/c.i.), CO (725 g/c.i.), CO_2 (39 kg/c.i.) y NH_3 (3,2 g/c.i.).

b) Incineración de residuos hospitalarios

Los residuos hospitalarios objeto de posible tratamiento mediante incineración son los residuos hospitalarios de bajo potencial de infección (Grupo III) y los residuos denominados "*residuos citotóxicos"* que presentan un alto potencial de infección (Grupo IV).

Los residuos del Grupo III pueden ser tratados mediante procedimientos de esterilización sin necesidad de recurrir a la incineración como práctica para su control. En España, durante la década de los noventa era habitual incinerar este tipo de residuos, pero con posterioridad la práctica de la incineración ha ido sustituyéndose por la esterilización. Los residuos del Grupo IV deben ser siempre incinerados para su correcto tratamiento.

La estimación de la cantidad generada de este tipo de residuos se realiza a partir del número de camas hospitalarias, multiplicándolo por un factor de generación de residuos por cama y día que, aplicado sobre el número de camas existentes y por el número de días del año, proporciona la cantidad de residuos generados. Una vez calculadas las cantidades de ambos tipos de residuo hay una parte de los correspondientes al Grupo III que es tratada mediante esterilización, mientras la parte restante de dicho Grupo III y la totalidad de los del Grupo IV son objeto de incineración. A su vez, el total de incineración puede realizarse en España o los residuos pueden ser enviados para su incineración al extranjero. La variable de actividad final es la cantidad incinerada en España. La información sobre los datos básicos, parámetros y variable de actividad final de este epígrafe, se muestran en la tabla 8.4.3 siguiente.

[7] Este es el valor indicado en la nota 1 a pie de página de la tabla 8.1 del capítulo B991-7 del Libro Guía EMEP/CORINAIR.

Tabla 8.4.3.- Incineración de residuos hospitalarios. Variables de actividad

Año	Nº Camas	g/cama/día		Producción de residuos biosanitarios (t/a)			Esterilizac. (t/a)	Incineraci. España (t/a)	Incinerac. Extranjero (t/a)
		Grupo III	Grupo IV	Total	Grupo III	Grupo IV			
1990	115.695	426	174	25.337	17.989	7.348	10.866	14.397	74
1991	120.323	414	169	25.604	18.182	7.422	10.993	13.536	1.075
1992	125.136	402	164	25.852	18.361	7.491	11.121	12.674	2.057
1993	130.141	389	159	26.031	18.478	7.553	11.248	11.813	2.970
1994	135.347	377	154	26.232	18.624	7.608	11.376	10.951	3.905
1995	137.469	365	149	25.791	18.314	7.476	11.503	10.090	4.198
1996	139.591	353	144	25.323	17.986	7.337	11.631	9.228	4.464
1997	141.713	340	139	24.776	17.587	7.190	11.758	8.367	4.651
1998	143.835	328	134	24.255	17.220	7.035	11.886	7.505	4.864
1999	145.957	316	129	23.707	16.835	6.872	12.013	6.644	5.050
2000	148.081	303	124	23.079	16.377	6.702	12.141	5.782	5.156
2001	146.369	290	119	21.851	15.493	6.358	12.268	4.921	4.662
2002	146.104	277	114	20.851	14.772	6.079	12.396	4.059	4.396
2003	144.916	264	109	19.730	13.964	5.765	12.523	3.198	4.009
2004	145.877	252	104	18.955	13.418	5.537	12.651	2.336	3.968
2005	145.892	240	100	18.105	12.780	5.325	12.780	1.471	3.854
2006	146.221	240	100	18.146	12.809	5.337	12.809	1.471	3.866
2007	146.840	240	100	18.223	12.863	5.360	12.863	1.471	3.889
2008	160.983	240	100	19.978	14.102	5.876	14.102	1.471	4.405

La información sobre el número de camas en centros hospitalarios procede del "Anuario Estadístico de España", que edita el Instituto Nacional de Estadística (INE), y de la Estadística de Establecimientos Sanitarios con Régimen de Internado del Instituto de Información Sanitaria del Ministerio de Sanidad y Consumo. Con respecto a este número de camas, se ha llevado a cabo en esta edición del inventario una actualización de la información para los años 2006 y 2007. Dado que este parámetro no interviene en la determinación de la cantidad de residuos hospitalarios incinerados en España, las emisiones no se han visto modificadas. Respecto al notable aumento del número de camas para el año 2008, cabe mencionar que para el periodo 1990-2007, el número de camas mostrado es el de camas en servicio (ocupadas) y las del año 2008, a falta de mejor información hasta la fecha de cierre del inventario, es el número de camas instaladas (ocupadas y no ocupadas). Esta falta de homogeneidad en la serie del número de camas, aunque no afecta a la estimación de emisiones, será investigada para poder presentar una serie homogénea en la próxima edición del inventario.

El parámetro de generación de residuos hospitalarios por cama y día ha sido obtenido del "Estudio sobre generación y gestión de los residuos sanitarios en España", elaborado por el Instituto para la Sostenibilidad de los Recursos para el MARM, y, en su evolución a la baja, puede advertirse una marcada tendencia de los residuos Grupos III y IV a ser reclasificados en residuos que no presentan riesgo de toxicidad ni de infección. La información sobre residuos esterilizados y sobre los incinerados en España procede, análogamente, del mismo estudio mencionado anteriormente.

La fuente principal de los factores de emisión son las tablas 8.3 y 8.4 del capítulo B927 del Libro Guía EMEP/CORINAIR, sobre las que se asume que para el CH_4, al no indicarse ningún factor, éste es 0, y para el N_2O se adopta el factor de 100 g por tonelada, similar al que se cita para la incineración de residuos domiciliarios en la misma fuente. Para el cálculo

del CO_2 de origen no biogénico se ha asumido un 36% de origen fósil y un 64% de biogénico, sobre una emisión de CO_2 de 1500 kg por tonelada de residuo incinerada, con lo que el factor de CO_2 de origen fósil pasa a ser de 1500 x 0,36 = 540 kg por tonelada de residuo. Las emisiones se calculan a partir del producto de los residuos incinerados en España por los factores de emisión correspondientes.

c) La incineración de residuos municipales sin recuperación energética

En esta actividad se recogen las emisiones producidas por la incineración de residuos municipales del conjunto de incineradoras en operación que no realicen recuperación energética. Dado que progresivamente las incineradoras de RU han pasado de la incineración sin valorización a la incineración con valorización energética, o incluso han aplicado esta última opción desde el inicio de su actividad, la contabilización de las emisiones de la incineración de RU ha ido trasladándose del sector "Residuos" al sector "Energía", de acuerdo con las especificaciones de IPCC y de las guías para la notificación de los inventarios de emisiones de la SCMCC. A partir del año 2004 esta incineración no ha contribuido a las emisiones del sector "Residuos" ya que, según la información disponible, todas las plantas incineradoras realizan desde esa fecha incineración con recuperación energética. La información de base sobre la variable de actividad (cantidades de residuos incinerados) para el periodo 1990-2004 procede de la publicación "Medio Ambiente en España".

Las referencias para los factores de emisión son las siguientes: para el SO_2, NO_X, COV, CO, N_2O, NH_3, tablas A1.1 a A1.6 del Anexo I del capítulo B-921 del Libro Guía EMEP/CORINAIR Tercera Edición, habiéndose asumido que entre los años 1990 a 1995 la técnica de control de las emisiones es sólo "reducción de partículas" (particle abatement), y a partir del año 1996 y siguientes "reducción de partículas + gas ácido" (particle abatement + acid gas abatement). En el caso de los COV se ha asumido un 95% de COVNM y un 5% de CH_4. Para el CO_2 se ha llevado a cabo una nueva estimación de la parte fósil, realizada a partir de la composición macroscópica de los residuos incinerados declarada por las plantas vía cuestionario individualizado, por lo que este factor es ahora específico para cada instalación y año. En caso de no disponer de dicha información, se ha tomado un factor por defecto de 297 kg CO_2 fósil/tonelada residuo (véase tabla 8.4.4). La composición considerada para la estimación del factor de emisión por defecto proviene de una de las instalaciones de incineración que, a juicio del equipo de trabajo del inventario, mejor refleja las características de los residuos que entran en este tipo de instalaciones. Con esta composición, y asumiendo unos valores específicos que se hacen explícitos en la tabla 8.4.4 para los parámetros de fracción de masa seca, fracción combustible, fracción biogénica en masa combustible y fracción de carbono en masa biogénica, se obtiene la masa y porcentaje de carbono biogénico y fósil. La masa de CO_2 por tonelada de residuo se puede obtener a partir de las masas de carbono obtenidas previamente y, conocido el porcentaje de CO_2 fósil, la cantidad de CO_2 fósil por tonelada de residuo. Tal y como se aprecia en la tabla 8.4.4, se obtiene un valor del 33% de carbono de origen fósil y un 67% de origen biogénico, lo que permite determinar que el factor global de CO_2 por tonelada de residuo sea de 900 kg (fósil+biogénico).

Tabla 8.4.4.- Incineración de residuos municipales. Parámetros para estimación del factor de emisión de CO_2

	Materia Orgánica	Papel	Plásticos	Otros materiales celulósicos no reciclables	Tetrabrick	Vidrio	Metales férreos	Metales no-férreos	Madera	Textiles	Gomas y caucho	Pilas y baterías	Otros	TOTAL
% masa	26,0	17,6	1,72	7,62	0,99	5,55	1,7	0,39	0,52	9,65	0	0	28,26	100,0
Fracción masa seca	0,4	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	0,6	0,9	1,0	1,0	0,5	
Masa seca	10,4	12,32	1,72	5,334	0,7425	5,55	1,7	0,39	0,312	8,685	0	0	14,13	61,3
Fracción combustible	1	1	1	1	0,6	0	0	0	1	1	1	0	0,5	
Masa seca combustible	10,4	12,3	1,72	5,33	0,446	0	0	0	0,312	8,69	0	0	7,07	46,3
Fracción biogénica en masa combustible	1	1	0,1	1	1	0	0	0	1	0,5	0,5	0	0,5	
Masa biogénica combustible	10,4	12,32	0,172	5,334	0,446	0	0	0	0,312	4,3425	0	0	3,533	36,9
Fracción carbono en masa biogénica	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	
Masa carbono biogénico	4,68	5,54	0,077	2,40	0,2005	0	0	0	0,140	1,95	0	0	1,590	16,6
Fracción fósil en masa combustible	0	0	0,9	0	0	1	1	1	0	0,5	0,5	1	0,5	
Masa fósil combustible	0	0	1,548	0	0	0	0	0	0	4,343	0	0	3,533	9,4
Fracción carbono en masa fósil	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
Masa carbono fósil	0	0	1,316	0	0	0	0	0	0	3,69	0	0	3,003	8,0

Carbono biogénico / Carbono total	0,67
Carbono fósil / Carbono total	0,33
Toneladas CO2 / Toneladas residuo	0,90

Nota: Redondeando se toma el valor de 900 kg CO_2/t residuo, es decir, 297 kg CO_2 fósil/t residuo.

d) La incineración de lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales

En esta categoría se han estimado las emisiones producidas por la incineración de lodos procedentes de los procesos de depuración de aguas residuales. Los valores de esta variable se diferencian según tipología de fuente emisora, que a su vez condiciona la fuente de información utilizada. Así se tiene: 1) los asumidos para las fuentes superficiales (tabla 8.4.5.a) y 2) los obtenidos de cuestionario para las fuentes puntuales (tabla 8.4.5.b).

Respecto al primer tipo de fuentes, las superficiales, los datos para los años 1990, 1991 y 1992 se han obtenido por interpolación de los correspondientes a 1989 y 1993. Los datos de estos dos años se han tomado respectivamente de la información que sobre lodos de depuradora elaboró el antiguo MOPT en la publicación "Medio Ambiente en España, 1991" (en lo referente al año 1991) y en el "Estudio sobre tratamiento y eliminación final de los fangos de depuradoras de aguas residuales urbanas", realizado por la consultora CADIC, S.A. para la Dirección General de Calidad de las Aguas del MOPTMA, (en lo referente al año 1993). Para el periodo 1997-2008 los datos provienen del "Registro Nacional de Lodos" elaborado por el MAPA, y la serie 1994-1996 se ha obtenido mediante interpolación de los correspondientes a 1993 y 1997. Los datos para el año 2008 se han obtenido por extrapolación de los correspondientes a 1994 y 2007 ya que, a fecha de cierre de inventario, no se disponía de la información necesaria. Este hecho implica que la variable de actividad para el año 2008 es un dato provisional que será revisado y actualizado para la próxima edición del inventario. Del año 2003 al 2004 se produce un descenso en la cantidad de lodos incinerados como consecuencia de la revisión actualizada realizada por el MAPA para el periodo 2004 a 2006.

Respecto a las fuentes puntuales, los datos se han derivado de la información obtenida de los cuestionarios enviados a las plantas de refino de petróleo y de fabricación de pasta de papel, cuando en las mismas se realiza dicho proceso de incineración de lodos. Para el sector refino de petróleo, la información de los cuestionarios que cubre los años 1994 a 2008 se ha extendido hacia atrás utilizando la serie de volumen de agua depurada. Para el sector de fabricación de pasta de papel la serie sólo cubre los años 1997-2008 en que se obtuvo respuesta directa vía cuestionario, no habiéndose estimado esta información para el periodo 1990-1996, aunque sí se ha realizado para el volumen de agua residual industrial de las fábricas de pasta de papel, por lo que esta estimación será introducida como mejora en la próxima edición del inventario. Como consecuencia de este aumento de la cobertura informativa puede observarse un aumento notable a partir del año 1997, que será corregido en la próxima edición del inventario.

Tabla 8.4.5.a.- Incineración de lodos obtenidos en la depuración de aguas residuales urbanas (*Cifras en Mg)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
17.092	39.816	69.647	39.171	39.724	41.067	41.041	40.842

Tabla 8.4.5.b.- Incineración de lodos obtenidos en la depuración de aguas residuales en la industria *(Cifras en Mg)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
497	463	2.736	2.143	2.076	1.873	2.431	2.387

Los factores de emisión se han tomado de la información que figura al pie de la tabla 2, capítulo B-925 del Libro Guía EMEP/CORINAIR, habiéndose asumido, para cada uno de ellos, las técnicas de control supuestamente más apropiadas entre las opciones que figuran al pie de dicha tabla. De esta forma, para los COVNM, el CH_4 y el CO se ha tomado directamente el valor propuesto en dicha referencia, mientras que para el SO_X, NO_X y N_2O el equipo de trabajo del Inventario ha seleccionado, de entre el rango de valores propuestos en dicha referencia, los valores considerados razonables según la técnica de control. Para el caso del CO_2 se ha tomado, conforme a las metodologías IPCC y EMEP/CORINAIR, un factor igual a cero, asumiendo que procede de la incineración de residuos renovables orgánicos.

8.4.1.3.- Realización de nuevos cálculos

Los nuevos cálculos se producen debido a la actualización, para los años 2004, 2005 y 2006, de la serie de incineración de cadáveres y debido a la mejora en la estimación del factor de emisión de CO_2 fósil en la incineración de residuos urbanos para el periodo 1990-2003.

En las figuras 8.4.1 y 8.4.2 se muestran las diferencias en las emisiones de esta categoría 6C entre las estimaciones de la edición 2009 y 2010. La figura 8.4.1 presenta los niveles absolutos de las emisiones en cada una de las dos ediciones, la figura 8.4.2 las diferencias porcentuales respecto al nivel de la edición de 2009. Como puede observarse en ambas figuras, la revisión introducida por los recálculos es especialmente significativa en los primeros años del periodo inventariado, motivada por la revisión del factor de emisión de CO_2 y en el año 2007 por la actualización del número de cremaciones.

Figura 8.4.1.- Emisiones de CO_2-eq. Comparación Eds 2010 vs 2009

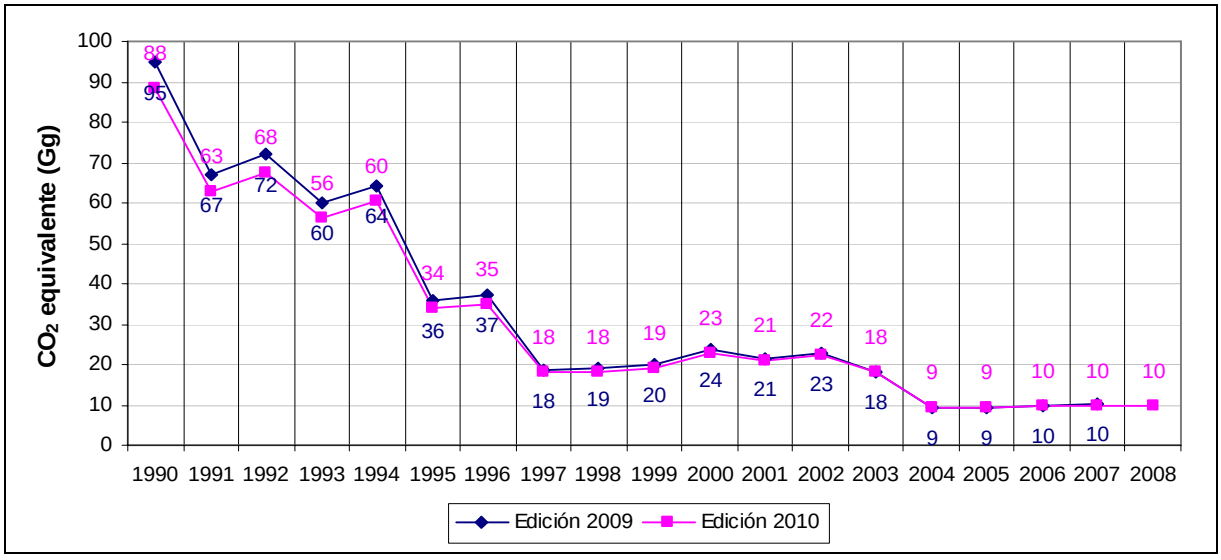
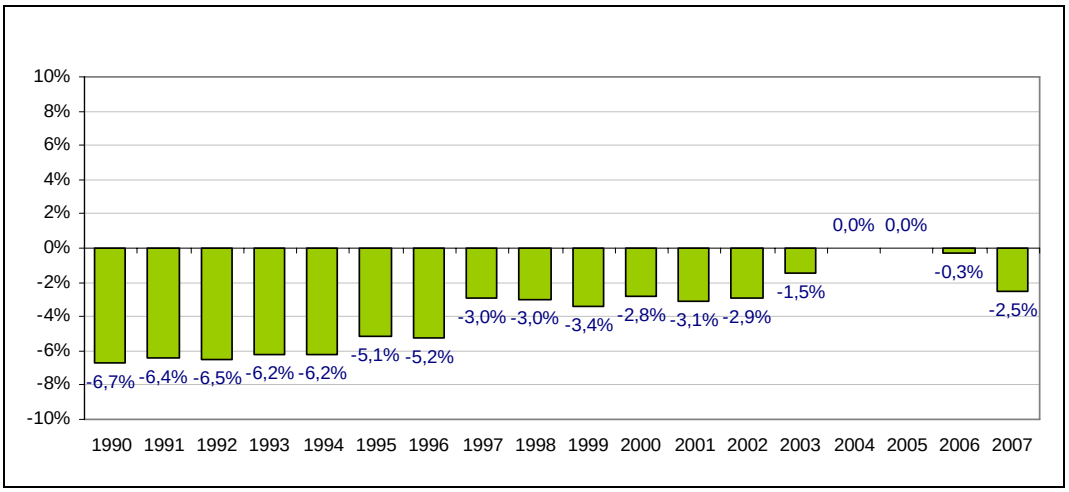


Figura 8.4.2.- Emisiones de CO_2-eq. Diferencia porcentual Eds 2010 vs 2009



8.4.2.- Otras fuentes (6D)

En esta categoría 6D se incluye las emisiones de CH_4 procedentes del extendido de lodos de depuradora.

El extendido de lodos (como emisor de CH_4)

En esta actividad se recogen las emisiones del extendido de lodos (sludge spreading) procedentes de las depuradoras de aguas residuales para su secado y que se puede considerar como un proceso integrante de los tratamientos de las aguas residuales.

Se ha intentado actualizar la serie de fracciones de secado de los lodos, pero no se ha podido disponer de datos contrastados de la actividad. A falta de mejor información se ha asumido que la fracción de lodos tratados en las depuradoras de aguas residuales que se secan mediante su extendido al aire libre es igual a la unidad. En la tabla 8.4.6 se muestran las cifras de la variable de actividad del extendido de lodos. Los datos para el año 2008 se han obtenido por extrapolación ya que, a fecha de cierre de inventario, no se disponía de la información de base requerida. Este hecho implica que la variable de actividad para el año 2008 es un dato provisional que será revisado y actualizado para la próxima edición.

Los gases estimados han sido las fracciones COVNM y CH_4 de los COV, con unos valores respectivamente de 20 kg (COVNM) y de 29 kg (CH_4) por tonelada de lodo secada (véase pág. 14 del documento "Report on Complementary Information in the Frame of the Assistance Provided for CORINAIR 90 Inventory", CITEPA). La cifra de 20 kg antes referida es una media del rango de dispersión que se extiende de 7,1 kg a 29 kg, (véase pág. 14 "Report on Complementary Information in the Frame of the Assistance Provided for CORINAIR 90 Inventory").

Tabla 8.4.6.- Extendido de lodos *(Cifras en Mg)*

1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
416.884	665.155	853.482	1.002.857	975.396	1.057.572	1.092.252	1.086.968

10.- NUEVOS CÁLCULOS Y MEJORAS

Este capítulo se estructura en cuatro secciones que tratan aspectos específicos de los nuevos cálculos, las mejoras realizadas en el inventario y las mejoras planeadas a futuro. Las cuatro secciones tratan respectivamente de: i) explicación y justificación de los nuevos cálculos (sección 10.1); ii) las implicaciones de los nuevos cálculos sobre los niveles de emisión y sobre las tendencias (secciones 10.2); iii) las implicaciones de los nuevos cálculos sobre las tendencias (sección 10.3); y iv) la sección 10.4 trata sobre las aportaciones de los nuevos cálculos a la mejora del inventario, y cómo en ellos se han tenido en cuenta las recomendaciones del ERT (*Expert Review Team*), así como sobre las mejoras planificados. A su vez, cada una de estas secciones se divide en dos epígrafes, tratando el primero los aspectos del inventario general que se presenta al Convenio, y el segundo los aspectos específicos LULUCF para el Protocolo de Kioto.

10.1.- Explicación y justificación de los nuevos cálculos

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

La edición correspondiente al año 2010 del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero, edición que cubre el periodo 1990-2008, ha conllevado nuevos cálculos para el periodo 1990-2007 en una serie de actividades (y gases). Estos nuevos cálculos han venido motivados por diversos factores, entre los que cabe destacar: a) la propia revisión de las estadísticas y datos de base, b) los cambios en las metodologías (selección de métodos, factores y algoritmos) de estimación como consecuencia de las mejoras en el conocimiento de los procesos generadores de las emisiones, y c) eventualmente, la subsanación de errores detectados. En la implementación de estos cambios se han tenido en cuenta, además, las recomendaciones de los informes de revisión del inventario español comisionados por la Secretaría de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (SCMCC) y, en su caso, por las indicaciones del Grupo de Inventarios (WG1) del Comité de Cambio Climático de la Comisión de la Unión Europea, teniendo estas últimas por objetivo armonizar la información de los inventarios de los estados miembros en el inventario agregado de la Unión Europea.

10.1.2.- Información suplementaria para el Protocolo de Kioto

La información suplementaria sobre el sector LULUCF para el Protocolo de Kioto se proporciona por primera vez en esta edición del inventario, motivo por el cual no se han realizado recálculos.

10.2.- Implicaciones en los niveles de emisión

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

En términos siempre de CO_2-equivalente y a nivel del agregado del inventario, véase figura 10.2.1, los cambios anuales se han mantenido en un rango que oscila, según años, entre el -1,45% (año 2001) y el -0,82% (año 2007)[1].

Entrando en el examen por sectores de actividad pueden identificarse las causas de las variaciones originadas por los nuevos cálculos según se especifica a continuación.

En el sector "Energía", véase figura 10.2.2, se producen cambios que tienen lugar a lo largo de toda la serie, y que pueden agruparse, para las variaciones principales, de la siguiente manera: i) cambio sistemático a lo largo de toda la serie por la revisión de la metodología de estimación de emisiones del transporte por carretera (paso de versión Copert III a Copert IV), que implica, en particular, una reducción de las emisiones de N_2O; y, paralelamente, cambio en las fuentes de información de base al incorporar información de la Encuesta Permanente del Transporte de Mercancías por Carretera e información sobre composición del parque circulante; ii) corrección de errores y actualización de información de base en algunas centrales térmicas; y iii) actualización de la información de base sobre el balance de combustibles del año 2007. Como consecuencia de estas revisiones se producen variaciones relativas a la baja inferiores, en términos absolutos, al 0,55%, con la excepción del año 2007 en la que se produce un incremento prácticamente inapreciable.

En el sector "Procesos industriales", véase figura 10.2.3, las variaciones que oscilan a lo largo de los años entre el -1,8% (años 2003 a 2005) y el -0,8% (año 1990) tienen su origen principalmente en: i) la revisión del factor de N_2O en la fabricación de ácido nítrico para adecuarlos a la especificación del tipo a partir de la información de mediciones facilitada por los responsables de las plantas productoras de ácido nítrico existentes actualmente; ii) la incorporación de información desglosada de agentes reductores utilizados en los procesos de producción de carburos (de calcio y de silicio), lo que ha permitido realizar una estimación de las emisiones de CO_2 que se entiende más ajustada a la realidad. Asimismo, se ha corregido un error identificado en la producción de carburo de calcio proveniente de haber aplicado en la edición anterior del Inventario un factor de emisión de CH_4 que corresponde en realidad a la producción de carburo de silicio; iii) la revisión de las estimaciones de CO_2 en la fabricación de ferroaleaciones y silicio metal para descontar la fracción de origen biogénico que estaba incluida en las emisiones de CO_2 facilitadas por la propias plantas productoras; iv) por último, y con una menor incidencia en la variación de las emisiones, cabe citar la incorporación de las emisiones de CO_2 procedentes de la fabricación de dolomía sinterizada que no habían podido ser introducidas en la edición anterior del Inventario.

[1] La revisión del último año de la edición previa de cada inventario está habitualmente expuesta a cambios de mayor magnitud pues una parte importante de la información sobre variables de actividad es provisional, parcial o se carece en absoluto de ella (este es el caso frecuente con la información del balance energético).

En el sector "Uso de disolventes y otros productos", véase figura 10.2.4, los recálculos, cuyo valor absoluto varía entre el -5,6% (año 2007) y el 9,3% (año 2005), y que esencialmente se centran en el intervalo de años 2004-2007, se deben principalmente a la revisión de la variable de actividad de óxido nitroso utilizado como anestésico, y, en menor medida, a la revisión de la variable de actividad en la aplicación de colas y adhesivos propiciada por la nueva información disponible en publicaciones sectoriales.

En el sector "Agricultura", véase figura 10.2.5, se ha operado una modificación significativa, con disminuciones que varían entre el 6,4 y el 9,9% a lo largo de los años de la serie inventariada y cuya causa principal ha sido la implantación de una nueva metodología de nivel avanzado para la estimación de las emisiones de las especies de porcino y aves. Entre los restantes procesos/datos en que se han efectuado modificaciones y que tienen incidencia en la estimación de las emisiones cabe citar: i) la actualización completa de la serie de número de efectivos de ganado equino y de aves; ii) la inclusión de información actualizada relativa a las estadísticas de producción de leche para el año 2007; iii) la revisión de las superficies y rendimientos de los cultivos para el año 2007; iv) actualización del consumo de fertilizantes nitrogenados según la nueva información recogida en el Anuario de Estadística del MARM; y v) otras revisiones menores de las variables de actividad y parámetros necesarios para la estimación de las emisiones.

En el sector "Residuos", véase figura 10.2.6, , se han producido cambios que pueden separarse en dos periodos dentro de la serie temporal inventariada. Para el periodo 1990-2002 hay cambios poco significativos, que no superan el 0,52%, debidos a causas menores como la revisión de las variables de actividad referentes al consumo de proteína, tratamiento de aguas residuales industriales en el sector papelero y a la incineración de cadáveres. Para el periodo 2003-2007, los cambios llegan hasta el 7,1% debido, principalmente, a la revisión de las cantidades de residuos depositados en vertedero y a la incorporación de la corriente de residuos procedentes del rechazo de las plantas de compostaje que entran a vertedero, que hasta ahora no habían podido cuantificarse.

Pasando ahora al examen por gases se observan unas variaciones que en buena medida reflejan los cambios descritos en los sectores que dominan la contribución de los gases respectivos.

En cuanto al CO_2, puede observarse cómo la figura 10.2.7 presenta ligeras variaciones en todos los años de la serie excepto en 2007, en que se aprecia un incremento de las diferencias entre ambas ediciones. Este aumento es esencialmente consecuencia de la revisión de los datos del balance de combustibles del año 2007.

Con respecto al CH_4, las variaciones a la baja mostradas en la figura 10.2.8, que oscilan entre el 6,38% (año 2007) y el 8,46% (año 1995), son esencialmente el reflejo de la conjunción de dos factores: i) el cambio metodológico ya comentado realizado en la Agricultura y que afecta a todos los años de la serie; y ii) la revisión de las variables de actividad de depósito de residuos en vertedero, que afecta esencialmente al periodo 2003-2007.

Las variaciones a la baja experimentadas en el N_2O, véase figura 10.2.9, con valores que oscilan entre el -1,79% (año 1990) y -9,11% (año 2006), se deben principalmente al efecto combinado de: i) los cambios metodológicos en el sector Transporte por carretera y en la Agricultura que ya han sido citados previamente; ii) la revisión del factor de emisión de

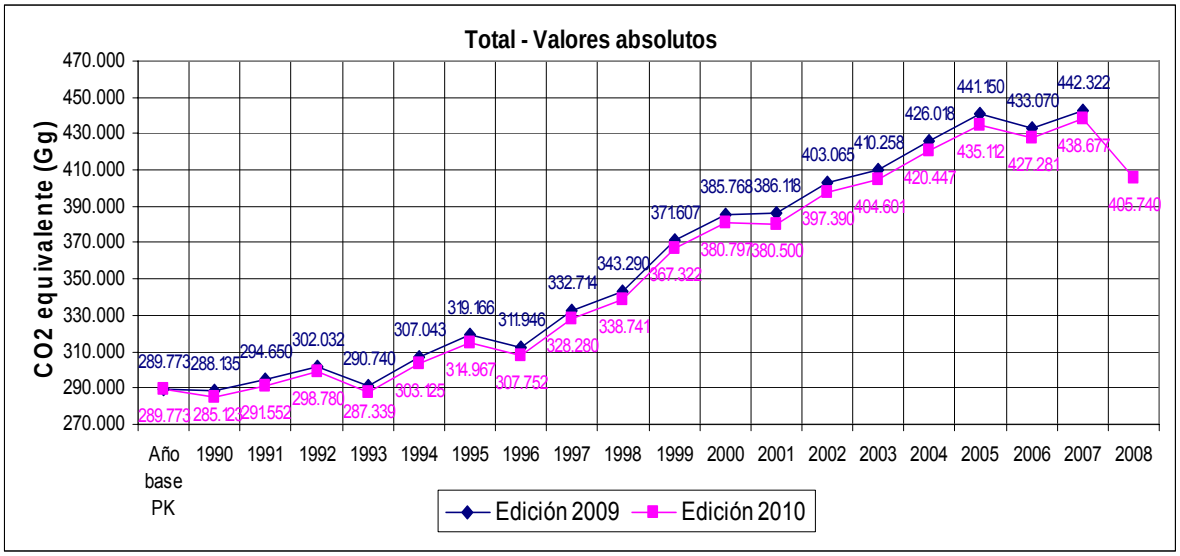
N_2O en la producción de ácido nítrico tal y como se ha mencionado en las variaciones del sector "Procesos Industriales"; iii) otros cambios, ya más puntuales, como la revisión de la variable de actividad del uso de N_2O en anestesia en el periodo 2004-2007.

En cuanto a los HFC, las variaciones a la baja que se muestran en la figura 10.2.10, con valores que oscilan entre el -1,08% (año 2002) y -0,17% (año 2007), se deben mayoritariamente a la revisión del factor de pérdida en carga de HFC en vehículos nuevos fabricados en España adaptándolo al valor propuesto en la Guía de Buenas Prácticas de IPCC 2000, que sustituye al utilizado la edición anterior del Inventario basado en las Guías IPCC revisadas de 1996; y, por otro lado, a la revisión de los datos de consumo en equipos de extinción de incendios en 2006 y 2007 con la nueva información facilitada por las empresas del sector.

Para finalizar, los restantes gases fluorados (PFC y SF_6), véanse figuras 10.2.11 y 10.2.12, no han experimentado revisiones en esta última edición con respecto a la anterior, excepción hecha de una pequeña variación prácticamente inapreciable en las emisiones de PFC de los equipos de extinción de incendios[2].

[2] Es por ello por lo que, para los PFC y el SF6, no se presentan las correspondientes figuras de diferencia porcentual, al no ser apreciables gráficamente estas variaciones.

Figura 10.2.1.- Comparación de niveles del agregado



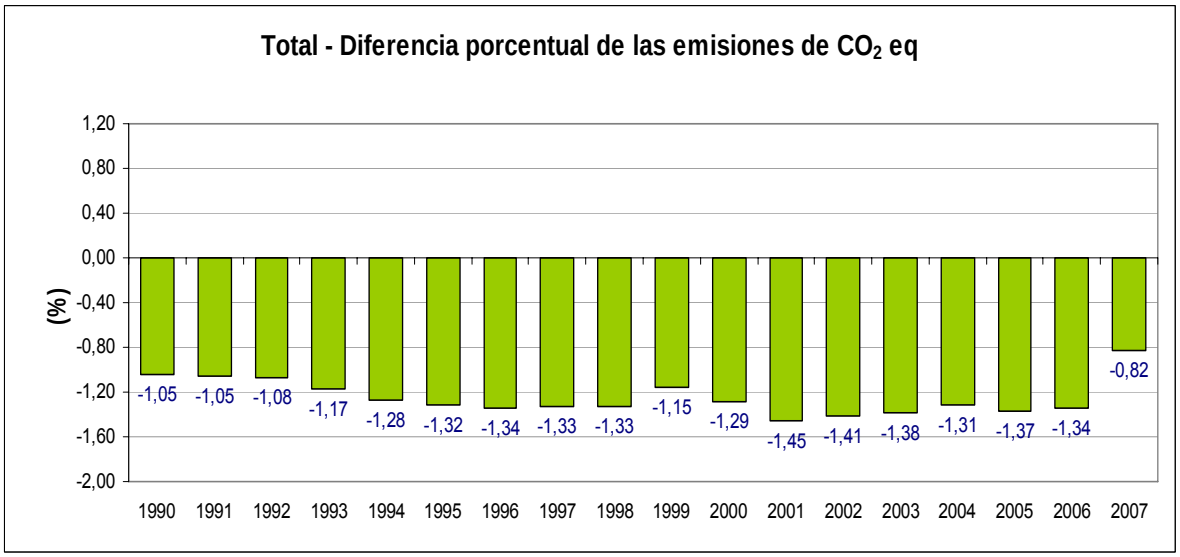
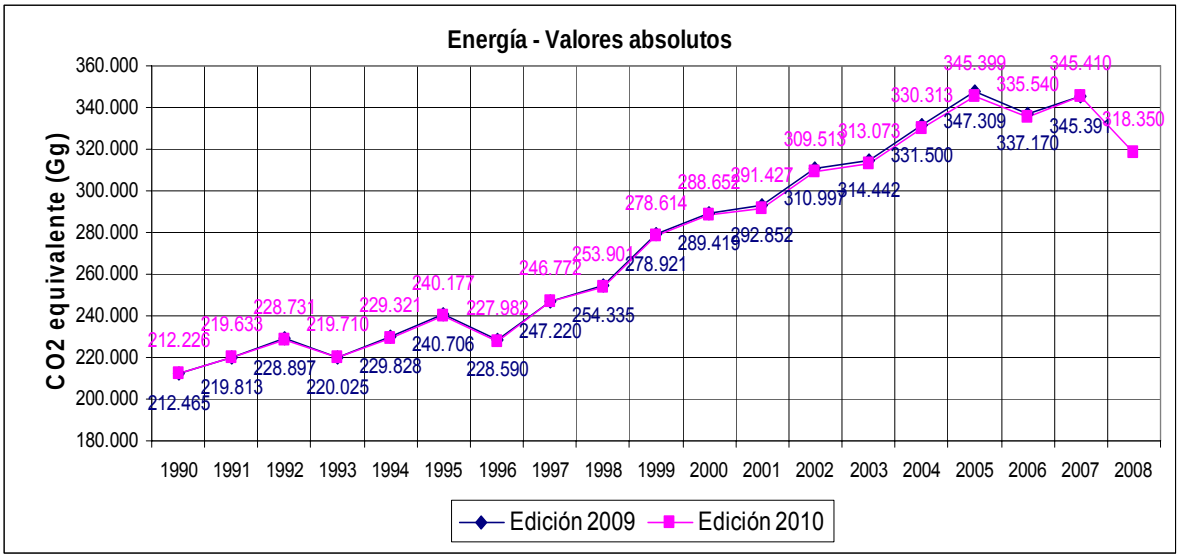


Figura 10.2.2.- Comparación de niveles del sector de la energía



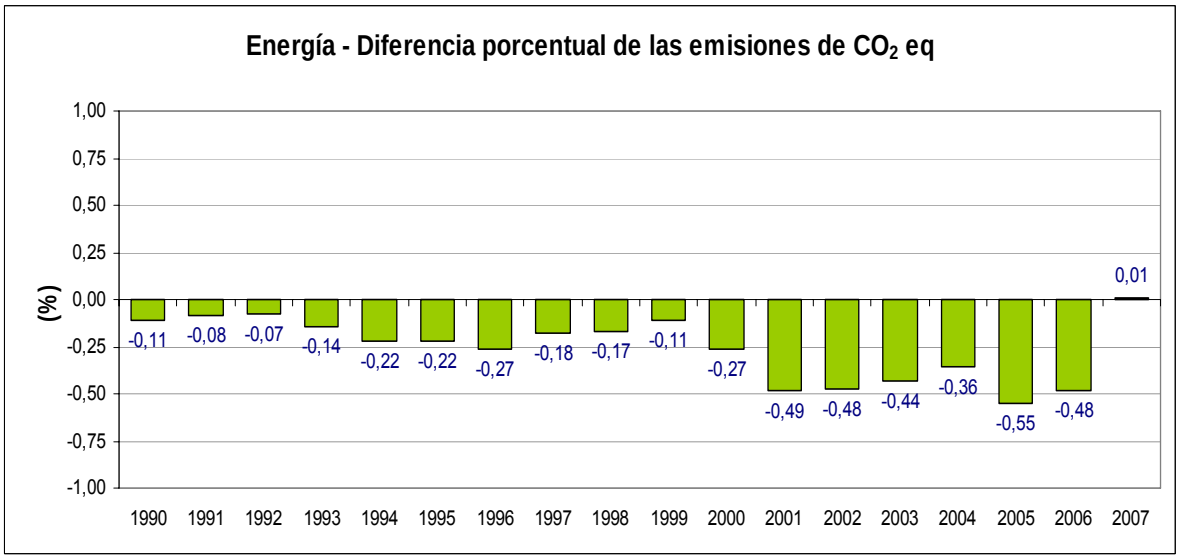
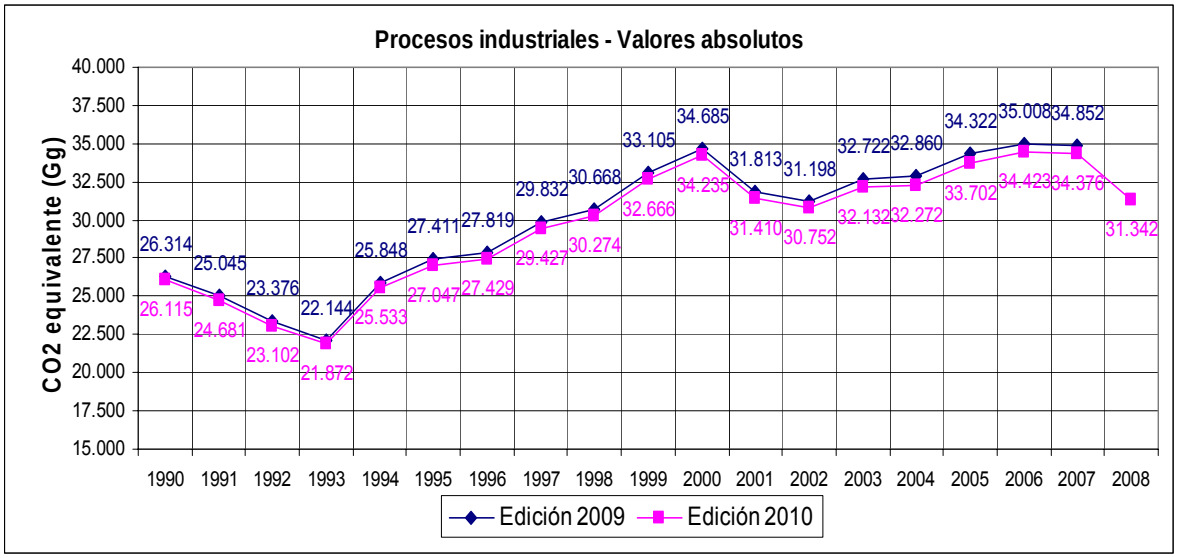


Figura 10.2.3.- Comparación de niveles de los procesos industriales



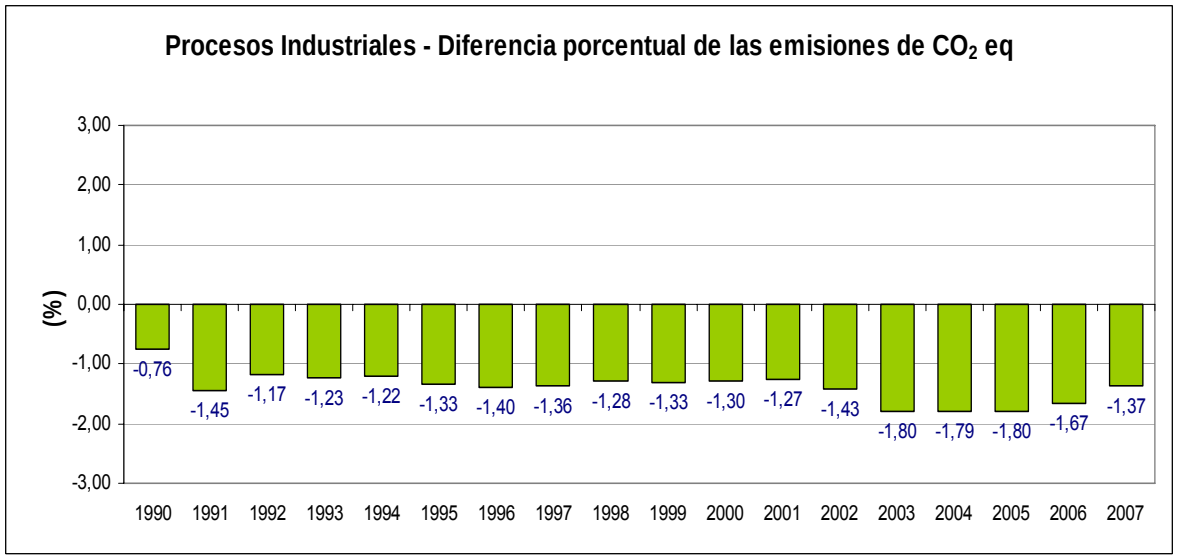
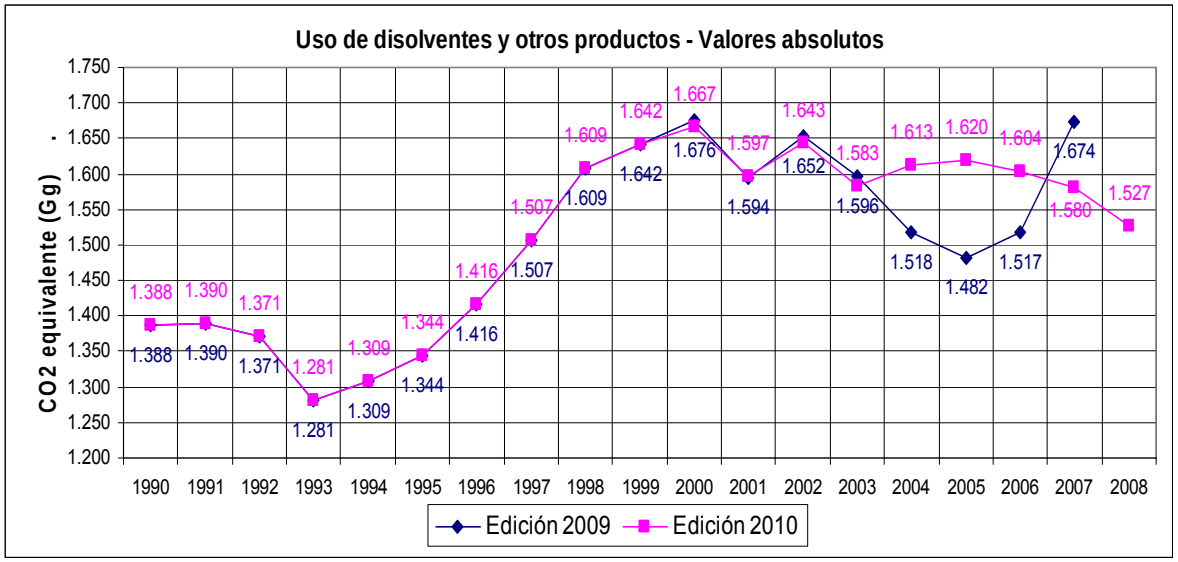


Figura 10.2.4.- Comparación de niveles del uso de disolventes y otros productos



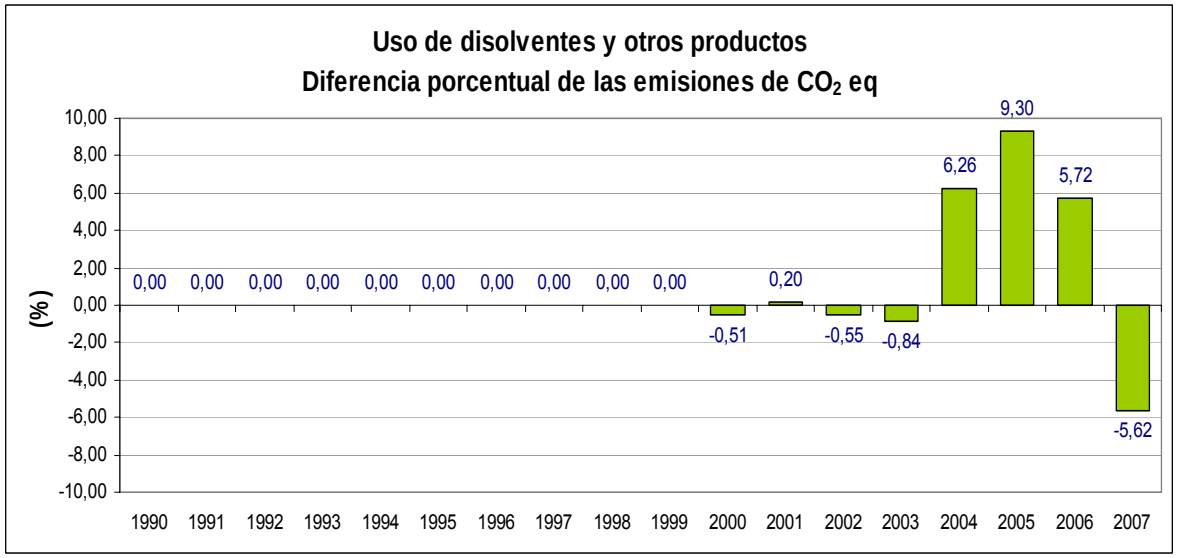
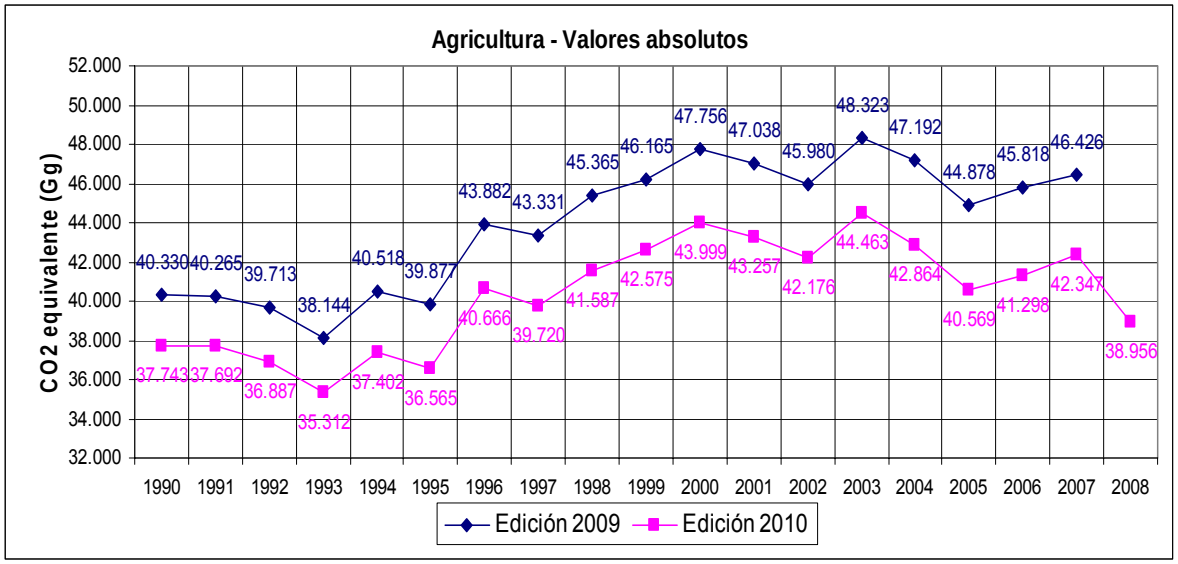


Figura 10.2.5.- Comparación de niveles de la agricultura



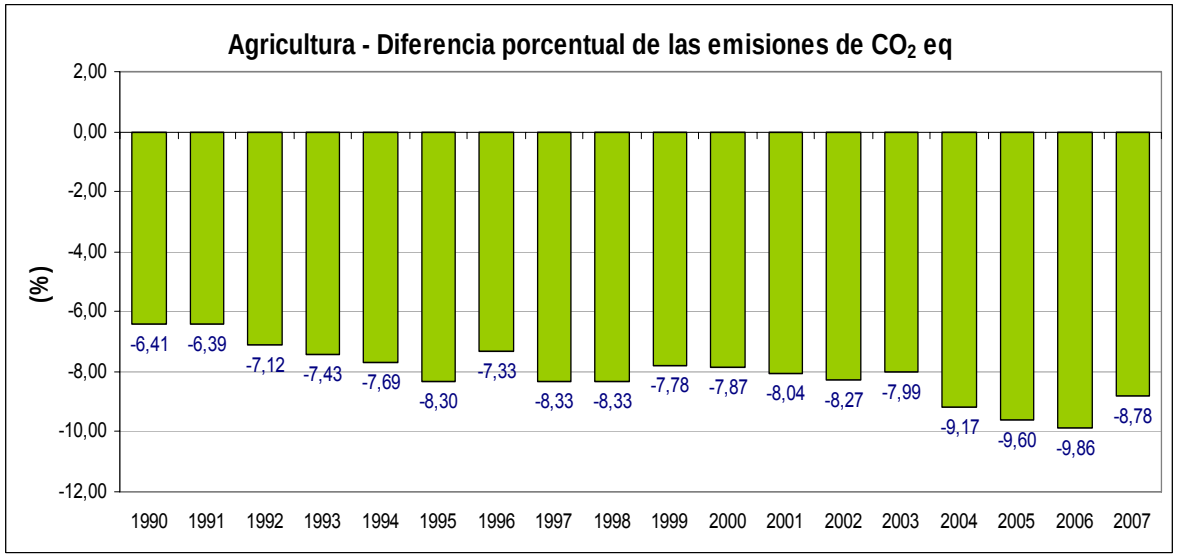
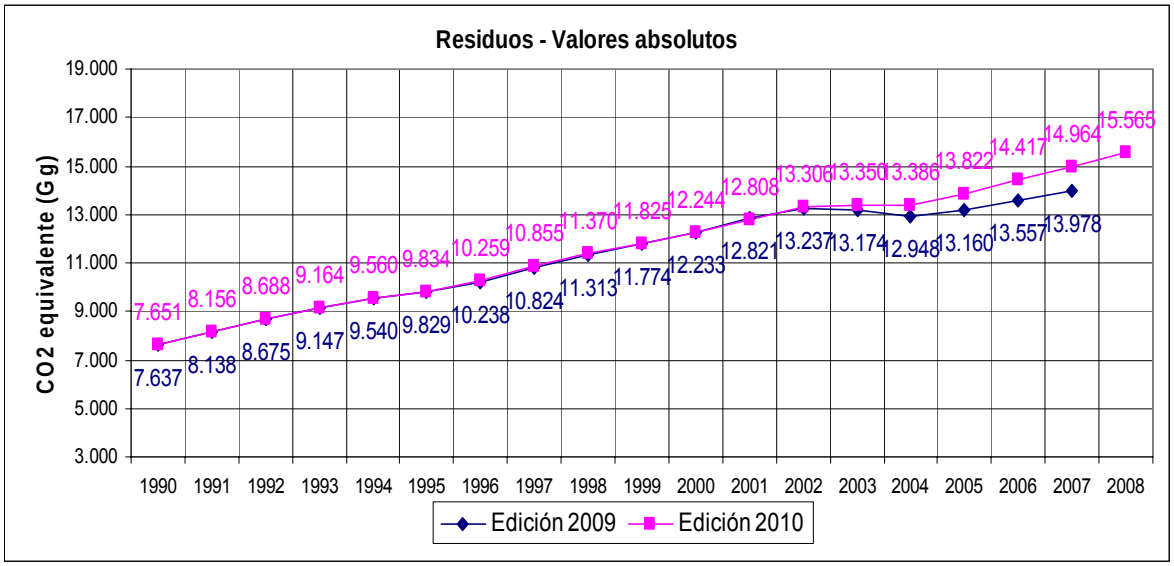


Figura 10.2.6.- Comparación de niveles de los residuos



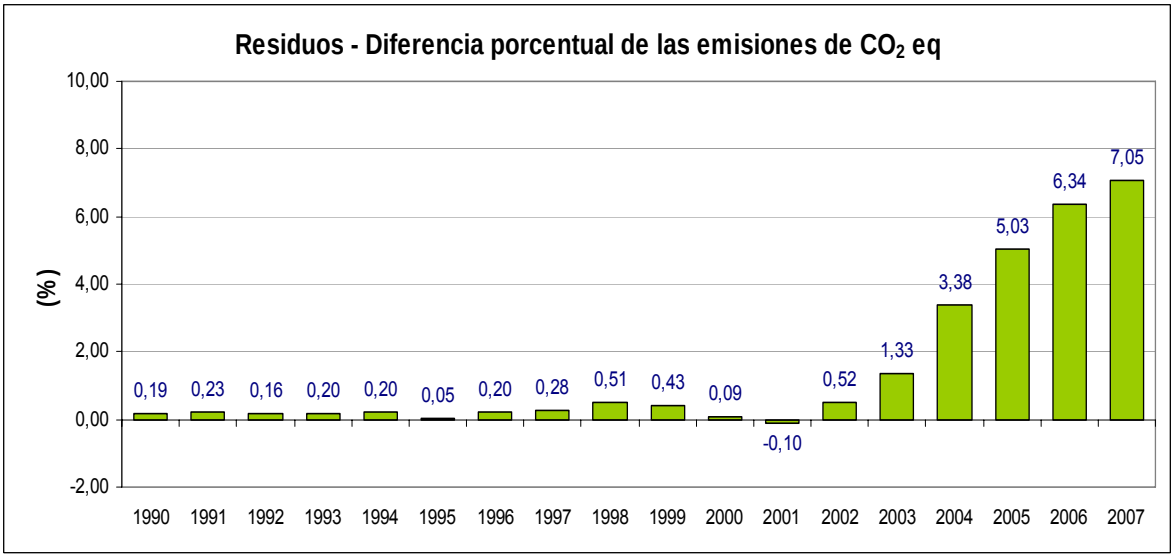
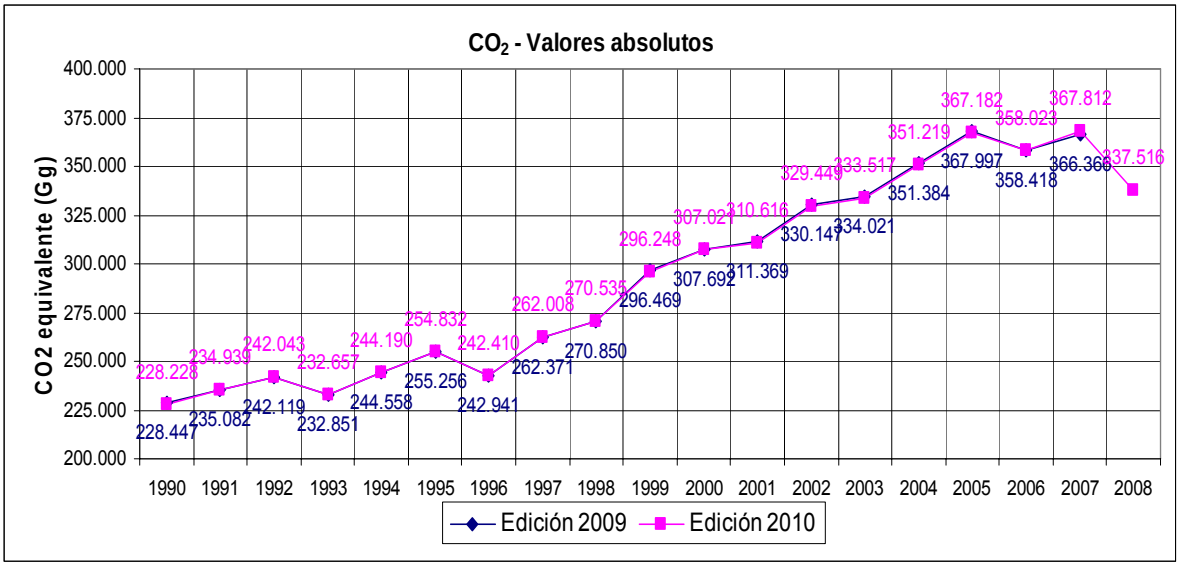


Figura 10.2.7.- Comparación de niveles de las emisiones de CO_2



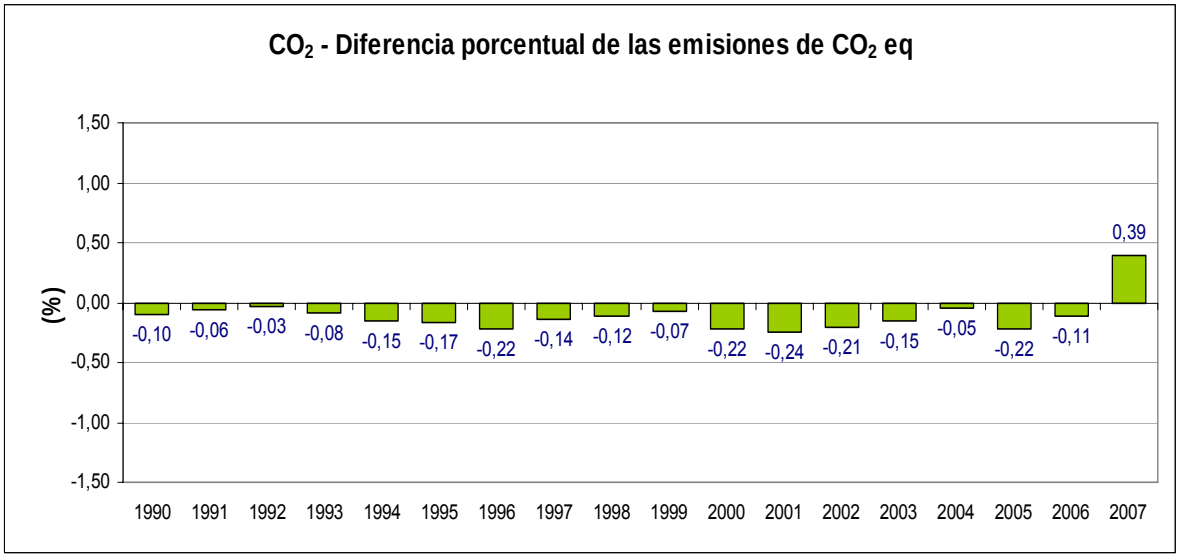
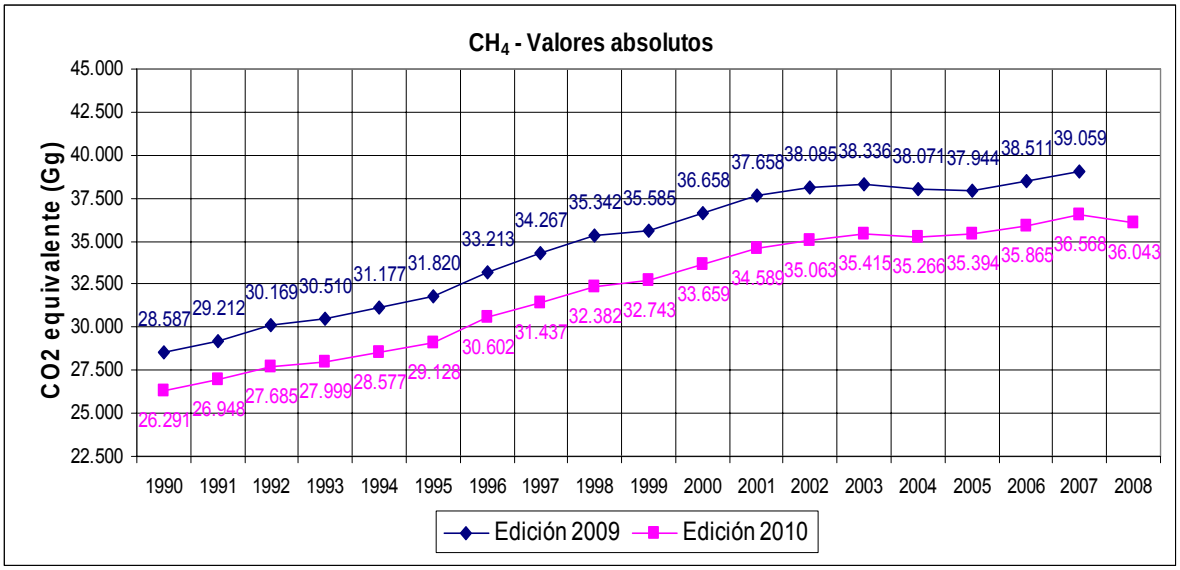


Figura 10.2.8.- Comparación de niveles de las emisiones de CH_4



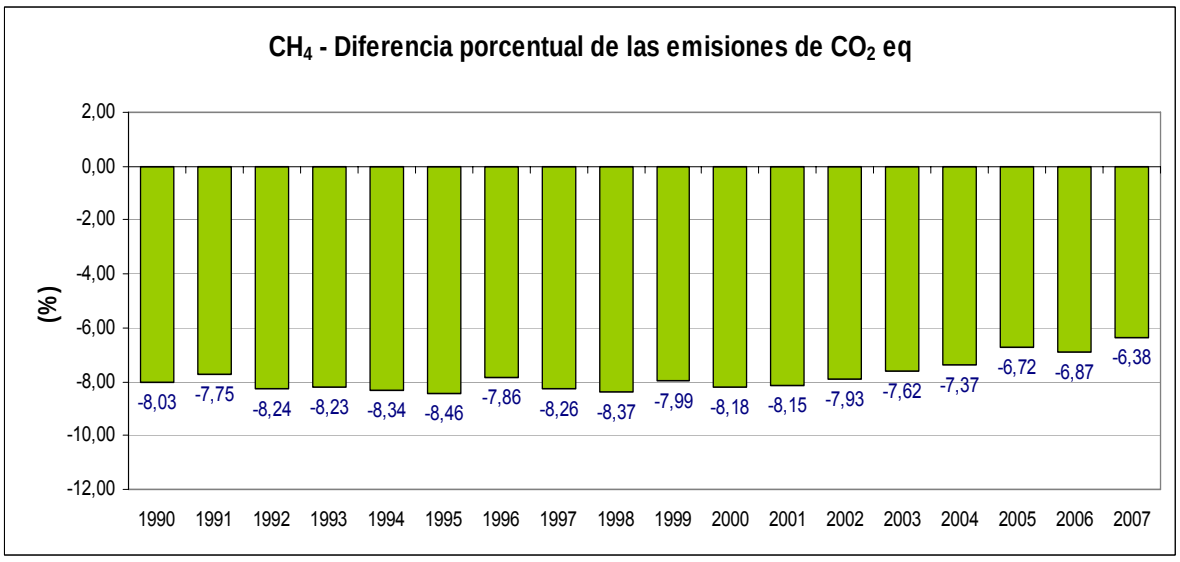
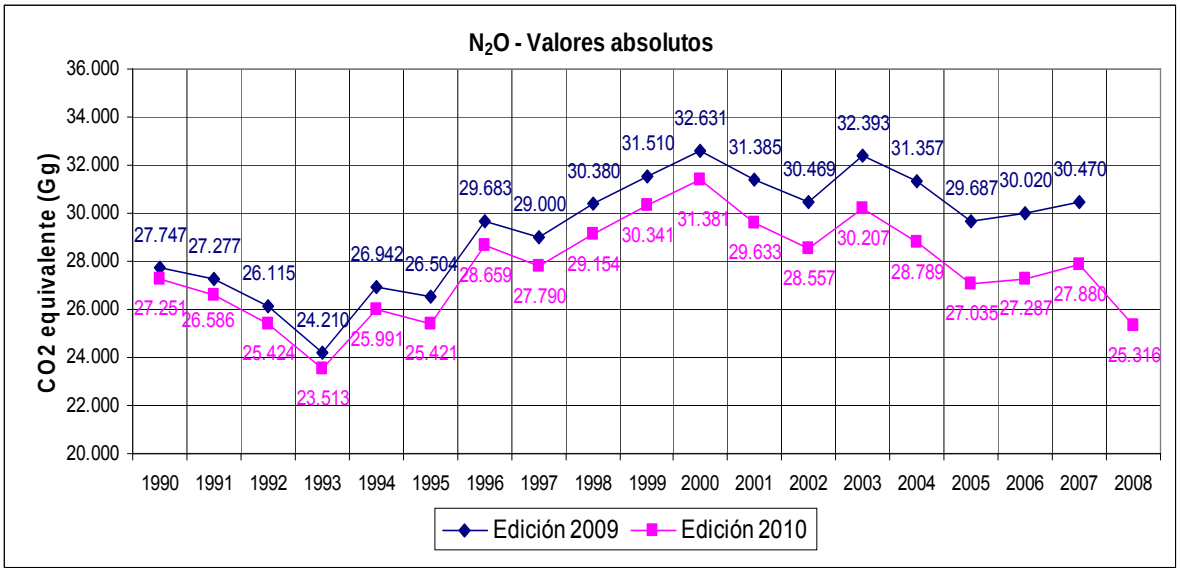


Figura 10.2.9.- Comparación de niveles de las emisiones de N_2O



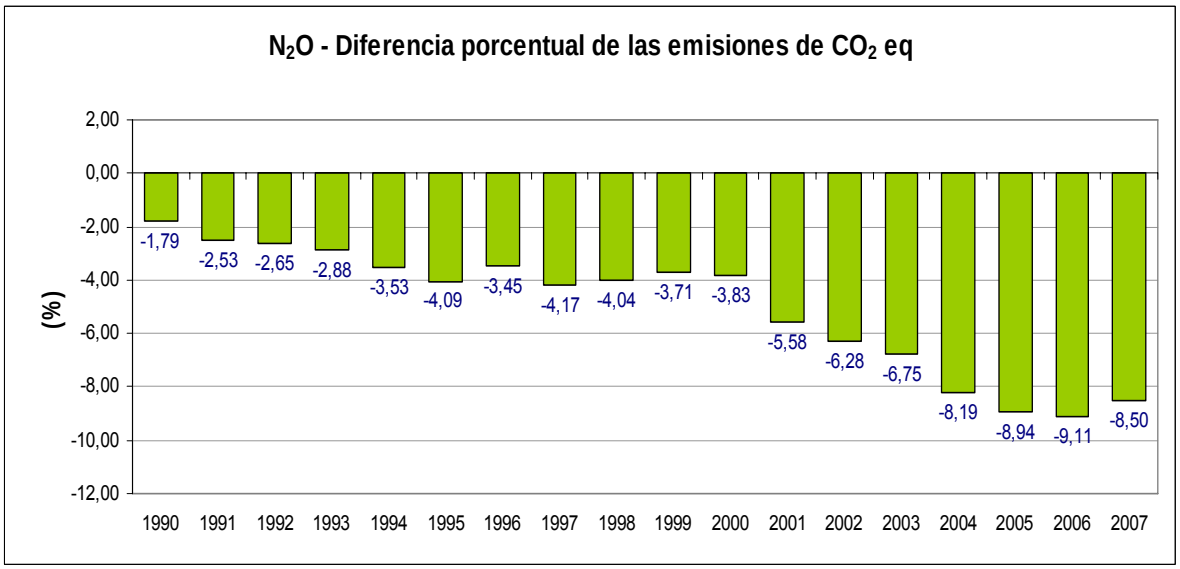
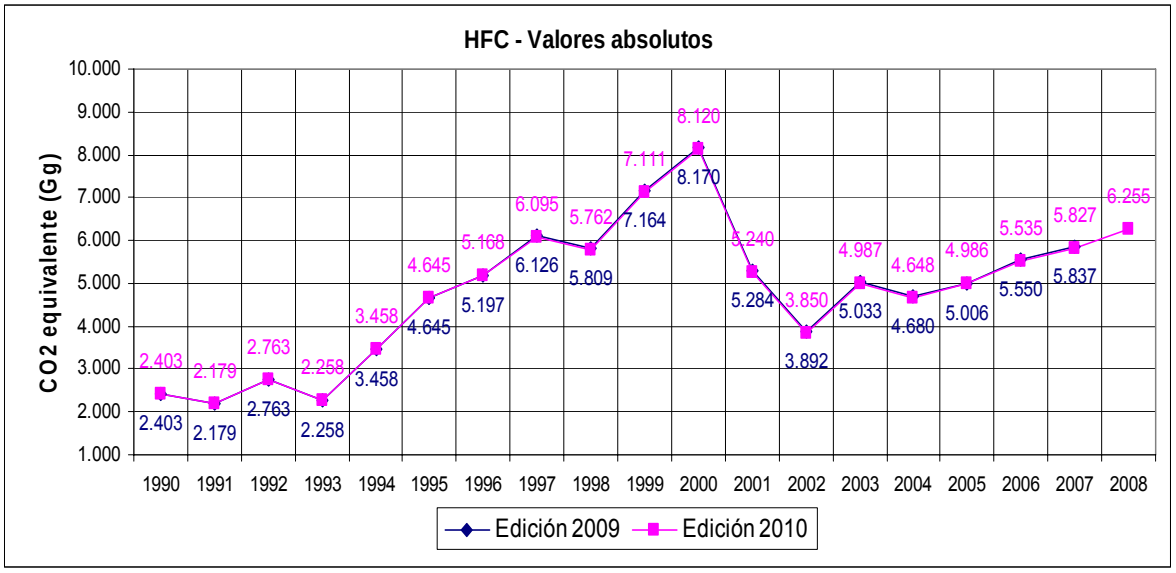


Figura 10.2.10.- Comparación de niveles de las emisiones de HFC



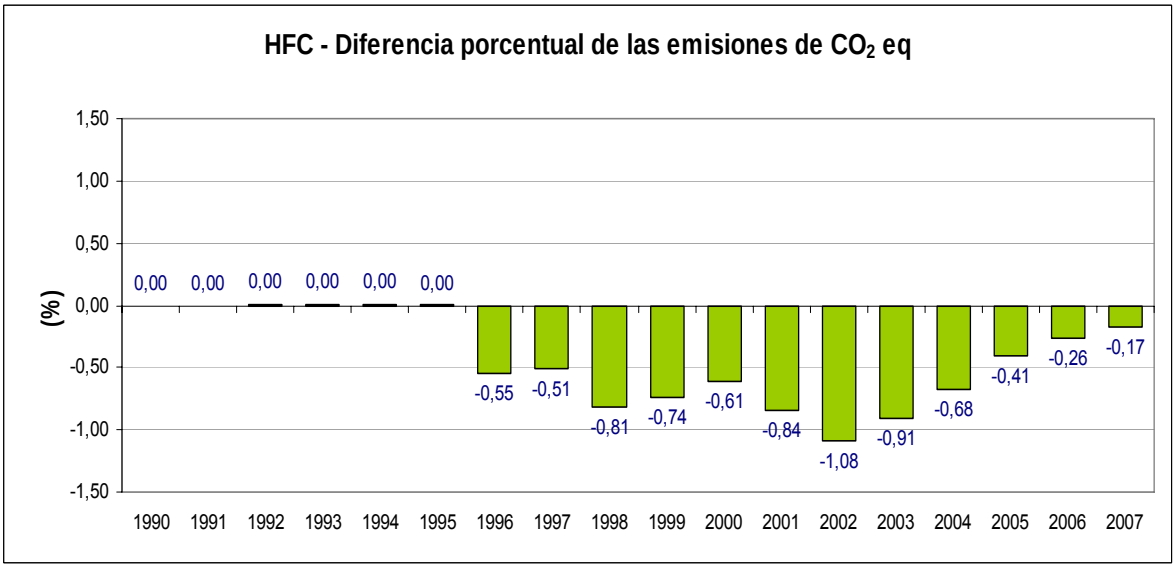


Figura 10.2.11.- Comparación de niveles de las emisiones de PFC

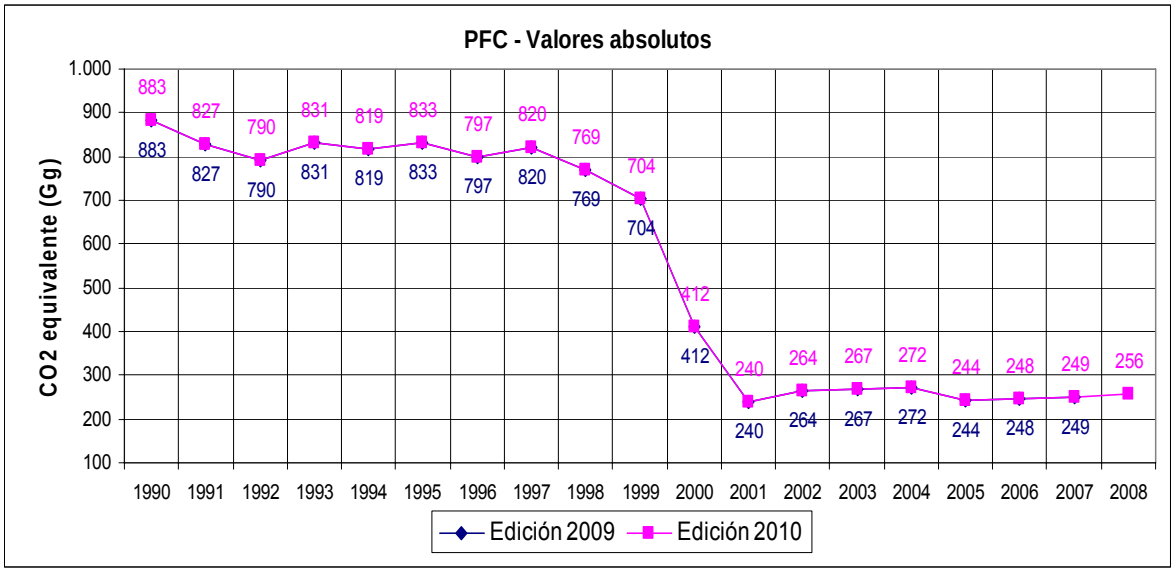
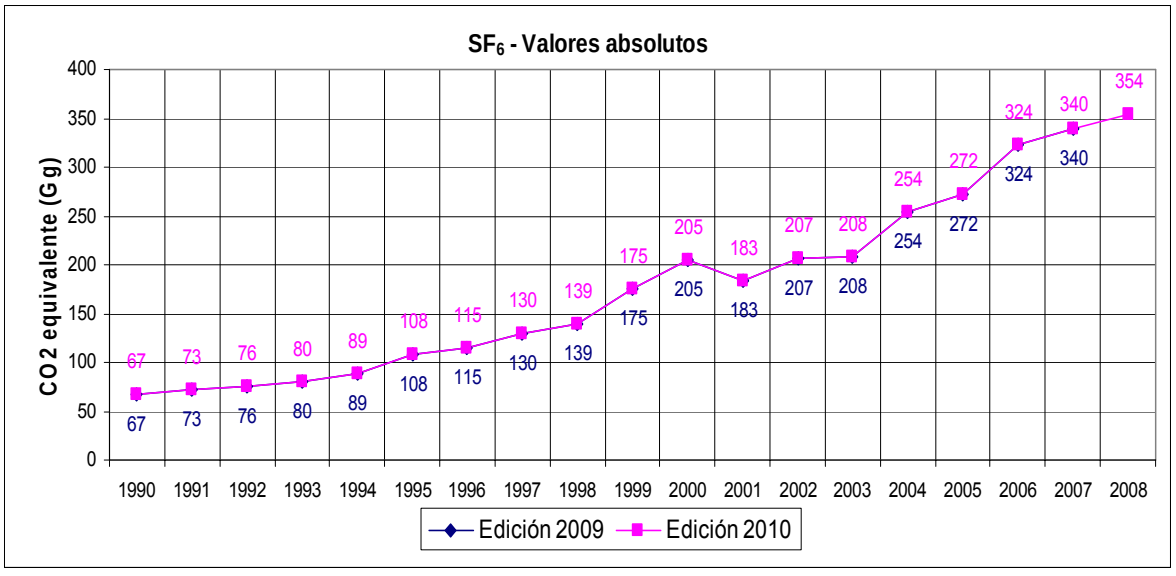


Figura 10.2.12.- Comparación de niveles de las emisiones de SF_6



10.2.2.- Información suplementaria para el Protocolo de Kioto

La información suplementaria sobre el sector LULUCF para el Protocolo de Kioto se proporciona por primera vez en esta edición del inventario, motivo por el cual no se han

establecido recálculos que tengan incidencia sobre el cambio en los niveles, con relación a la edición del inventario, de los flujos de emisión/absorción del inventario.

10.3.- Implicaciones en las tendencias de las emisiones

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

Para ilustrar las implicaciones de los nuevos cálculos en las tendencias de las emisiones, en las figuras 10.3.1 a 10.3.9 se muestra la evolución comparada en forma de números índices de los resultados (emisiones de CO_2-equivalente) de la edición correspondiente al año 2010 del inventario con respecto a la edición anterior del año 2009.

Para la comparación de los índices se calcula la diferencia, en cada año, entre los valores del los índices correspondiente a la edición de 2010 y el de la edición de 2009 (valor Ed 2010 – valor Ed 2009).

En la figura 10.3.1 puede observarse como la serie de la edición 2010 del inventario presenta, con respecto a la edición anterior, un desplazamiento general a la baja del agregado de emisiones de CO_2-equivalente [3] , desplazamiento que, en términos porcentuales, representa un descenso que oscila entre el 1% del año 1990 y el 2,1% del año 2005. Esta variación es consecuencia, esencialmente, de la revisión a la baja en el sector Agricultura, como consecuencia del cambio metodológico introducido para las especies de porcino y aves. En todo caso, al tratarse de una disminución esencialmente proporcional a lo largo de toda la serie, se mantiene en la presente edición un perfil similar al que mostraba esta serie agregada en la edición anterior del inventario.

La evolución de las tendencias según sectores de actividad se comenta seguidamente sobre la evidencia mostrada, respectivamente por las figuras 10.3.2 a 10.3.6.

Examinando la figura 10.3.2 puede extraerse la conclusión de que los perfiles tendenciales del sector Energía son muy similares. Las diferencias entre los índices son mayoritariamente negativas, excepción hecha de mínimos valores positivos de los años 1991, 1992 y 2007, con un máximo de -0,7 que corresponde al año 2005. Se mantiene pues el perfil común de tendencia en este sector entre ambas ediciones del inventario.

En la figura 10.3.3 se muestra la comparación de los perfiles de evolución temporal del sector Procesos Industriales, advirtiéndose aquí diferencias, de signo negativo, con un máximo en valor absoluto de 1,4 en el año 2005. Estos cambios han venido motivados principalmente por la revisión de la estimación de las emisiones de N_2O en la fabricación de ácido nítrico y de CO_2 en la producción de carburos, ferroaleaciones y silicio metal. En

[3] Como cifra de referencia (cifra de año base) para examinar la evolución de los índices del agregado de emisiones de CO_2-equivalente (sin contabilizar las correspondientes a LULUCF) se toma la cifra oficialmente aprobada que sirve como base para el cálculo de la Cantidad Asignada a España para la valoración del cumplimiento del compromiso del Protocolo de Kioto. Dicho año base viene referido en la figura 10.3.1 como “Año base PK”.

conjunto, la repercusión de los recálculos se traduce fundamentalmente en una variación a la baja del índice de la edición actual respecto al de la edición anterior, pero manteniendo ambos esencialmente un perfil similar de la tendencia.

Los índices de evolución temporal del sector Uso de Disolventes y Otros Productos son, según se muestran en la figura 10.3.4, son coincidentes hasta el año 1999 y con ligeras variaciones, tanto de signo positivo como negativo, en los años 2000 a 2003, año a partir del cual se produce un cambio muy marcado en la pauta tendencial entre los índices de ambas ediciones del inventario, cruzándose las series entre el año 2006 y el 2007, como consecuencia del recálculo efectuado en la actividad del uso de óxido nitroso con fines anestésicos. En todo caso, debe advertirse que los valores absolutos de emisiones de este sector son marginales en el total del inventario.

En el sector Agricultura, cuyos índices de evolución temporal se muestran en la figura 10.3.5, se aprecia como la nueva serie muestra un descenso apreciable con respecto a la de la edición anterior, especialmente desde mediados de la década de los 90, y que se acentúa en el segundo tramo de la serie. Este hecho es consecuencia de la importante revisión metodológica efectuada en la actividad ganadera en las especies de porcino y de aves, al haberse implementado en esta edición del inventario el paso a un enfoque más avanzado (tier 3) utilizando parámetros nacionales relacionados con la dieta alimentaria, las características productivas, las necesidades energéticas, la relación entre energía y proteína y los sistemas de gestión de los estiércoles. No obstante, se mantiene la forma del perfil tendencial entre las series de ambas ediciones.

En el sector de Residuos sí se han registrado cambios significativos, véase la figura 10.3.6, en los índices de evolución temporal entre ambas ediciones del inventario. La causa fundamental ha sido la revisión del volumen de residuos depositados en vertederos, con especial incidencia en el periodo 2003-2007. El resultado es la aparición de una brecha diferencial entre los índices de ambas series, que muestra un carácter expansivo en dicho intervalo de años.

La evolución de las tendencias según gases se comenta seguidamente sobre la evidencia mostrada, respectivamente por las figuras 10.3.7 a 10.3.12.

En cuanto al CO_2, las diferencias en los índices de evolución temporal son marginales, con una diferencia máxima de 0,8 puntos en el año 2007, por lo que puede decirse que las series de los índices son prácticamente coincidentes.

Por lo que al CH_4 se refiere, las diferencias en los índices de evolución temporal, que se muestran en la figura 10.3.8, están determinadas mayoritariamente por los recálculos, ya comentados más arriba, efectuados en el sector Residuos, lo que se evidencia en un alza del nuevo índice a partir del año 2003. Caben pues comentarios similares en cuanto a la evolución de ambos índices a los ya realizados respecto al sector Residuos.

En la figura 10.3.9 se muestran los índices de evolución temporal de las emisiones de N_2O para el conjunto de actividades que emiten dicho gas. A partir de mediados de la década de los 90, se aprecia la aparición de una brecha entre ambas series que sitúa, de forma progresiva, en niveles relativos cada vez más bajos el índice de la nueva serie con respecto a la serie de la edición anterior del inventario. Este fenómeno es, claramente, un reflejo de lo ya comentado más arriba en el sector Agricultura.

En cuanto a los HFC, las diferencias en los índices de evolución temporal, que se presentan en la figura 10.3.10, son mayoritariamente consecuencia de la revisión efectuada en el factor de pérdida en carga en los vehículos nuevos fabricados en España, lo que conlleva valores de signo negativo en las diferencias entre ambos índices, con un máximo en términos absolutos de 1,1 puntos en el año 1999. En consecuencia, ambas series muestran un perfil prácticamente idéntico.

En las figuras 10.3.11 y 10.3.12 se muestran respectivamente, la comparación de los índices de evolución temporal de PFC y SF_6 entre las ediciones actual y previa del inventario. Como puede observarse no se han producido variaciones en los índices en ningún año de la serie, dado que para el SF_6 no se han producido modificaciones en la estimación de las emisiones, y las modificaciones realizadas en los PFC son de una cuantía insignificante.

Figura 10.3.1.- Comparación de tendencias del agregado

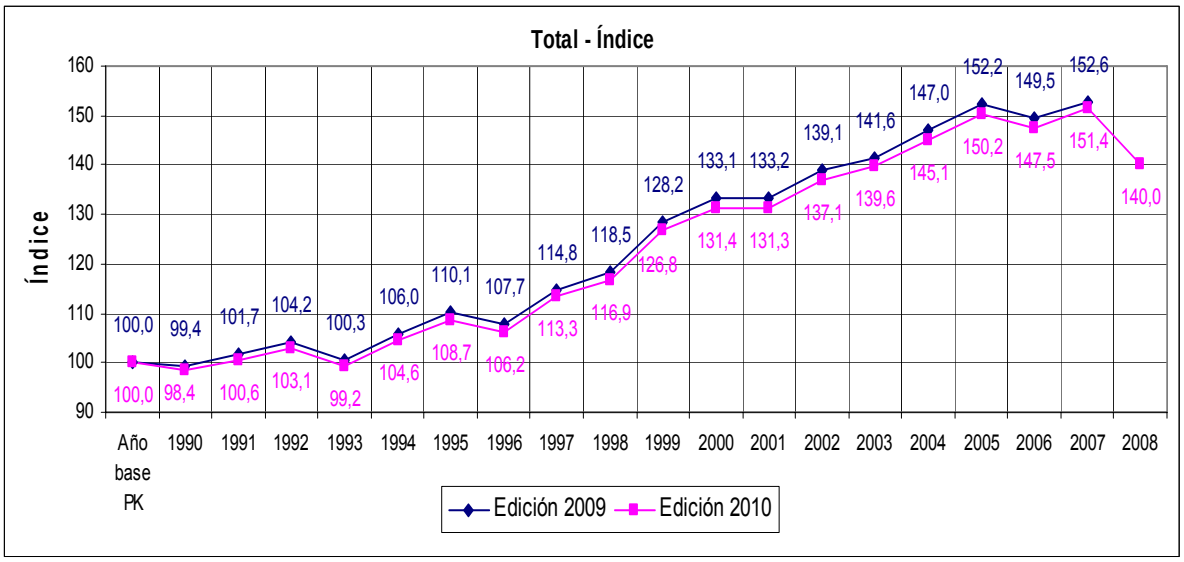


Figura 10.3.2.- Comparación de tendencias del sector energía

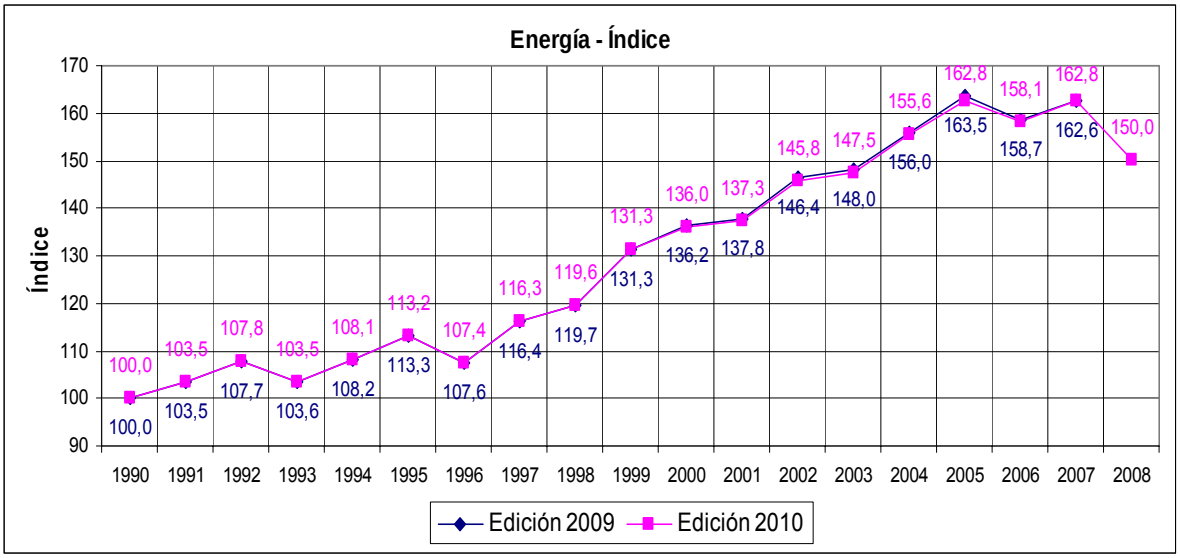


Figura 10.3.3.- Comparación de tendencias de los procesos industriales

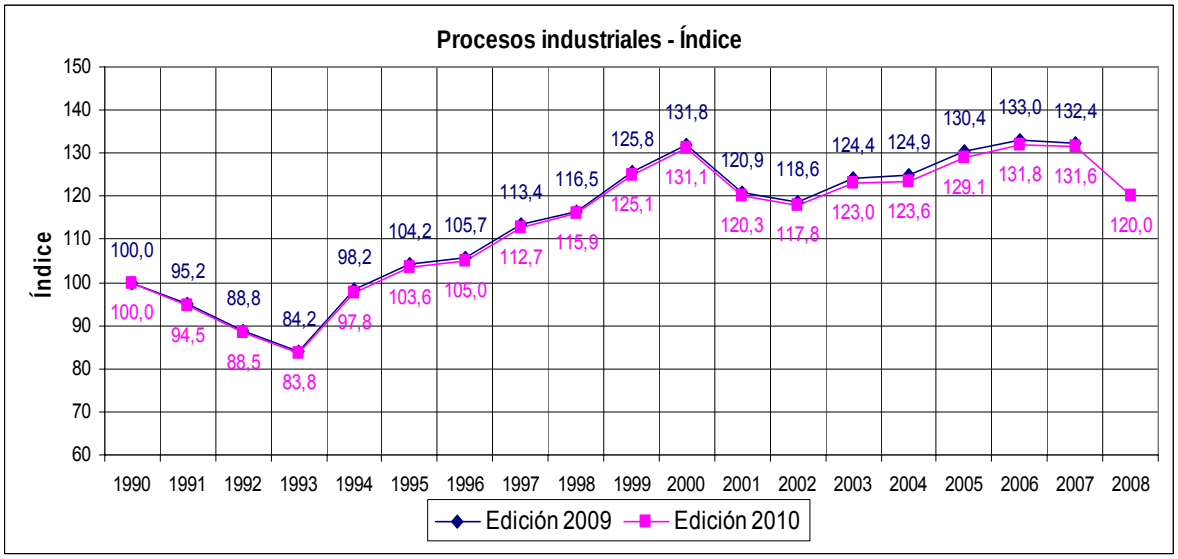


Figura 10.3.4.- Comparación de tendencias del uso de disolventes y otros productos

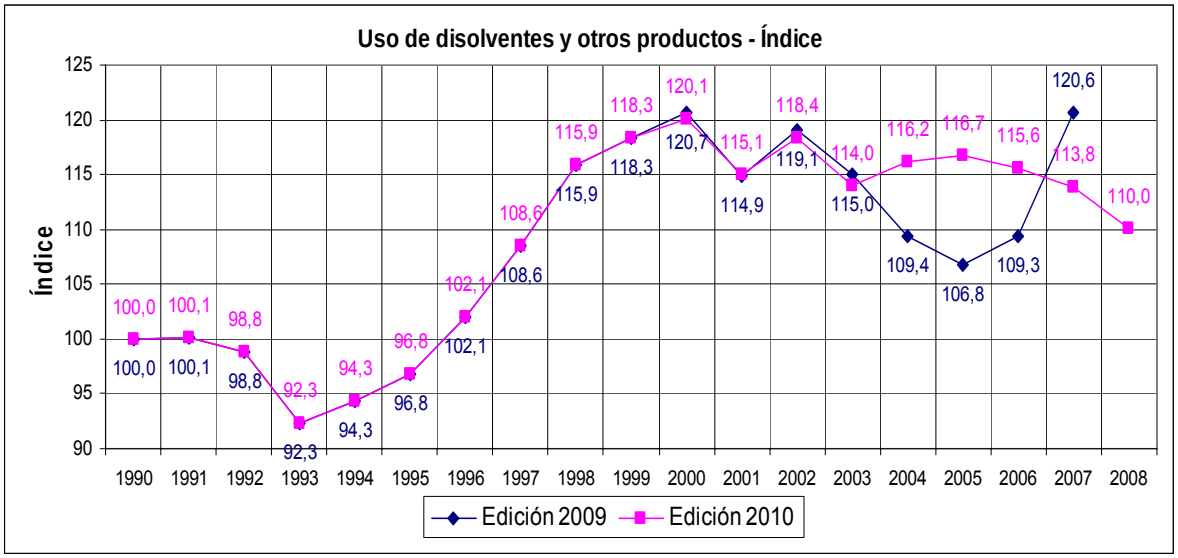


Figura 10.3.5.- Comparación de tendencias de la agricultura

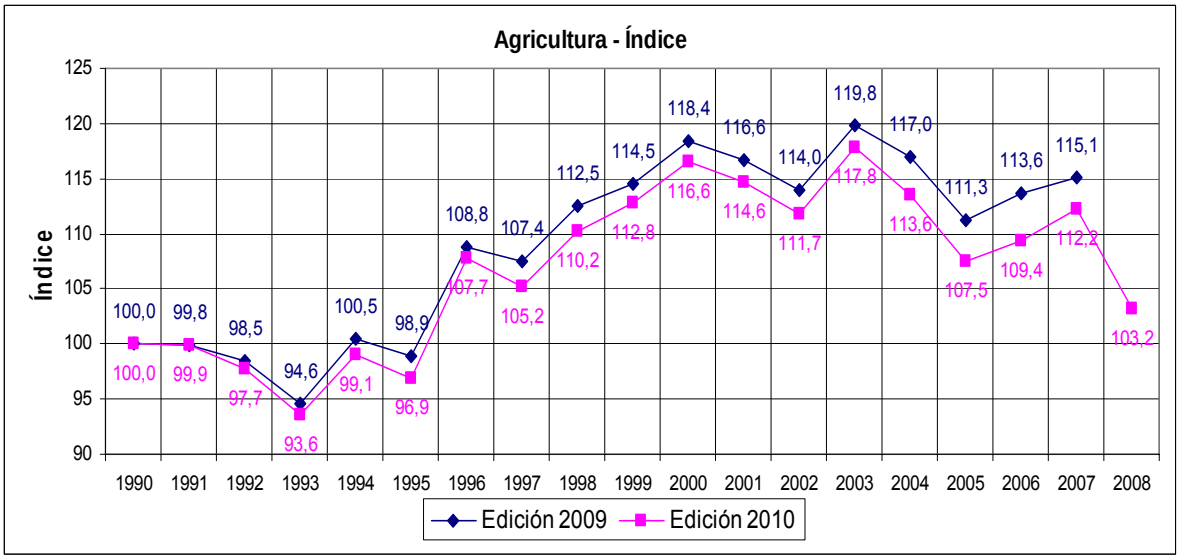


Figura 10.3.6.- Comparación de tendencias de los residuos

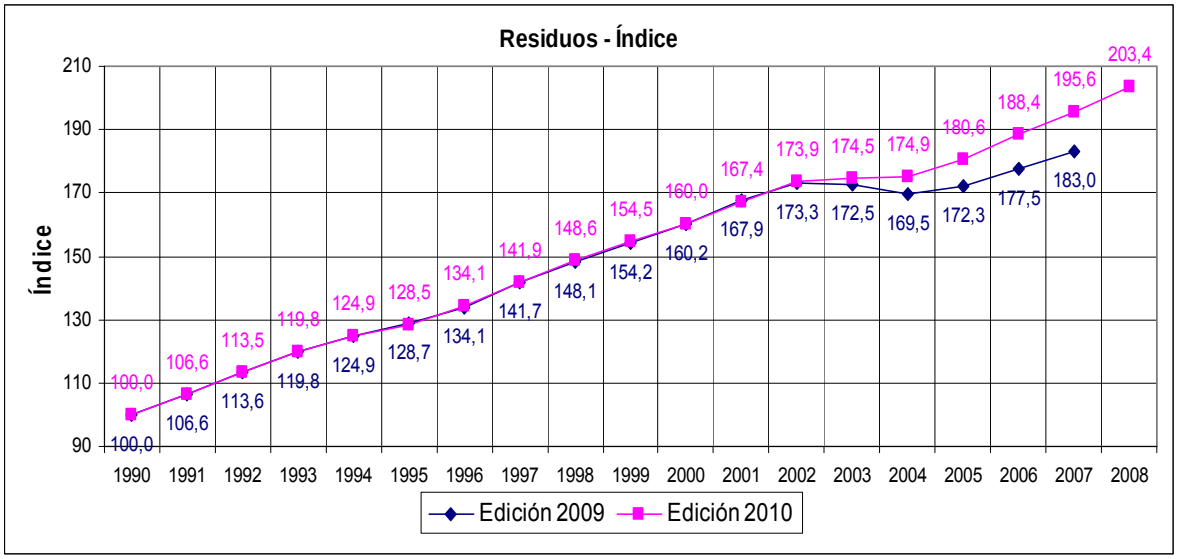


Figura 10.3.7.- Comparación de tendencias de las emisiones de CO_2

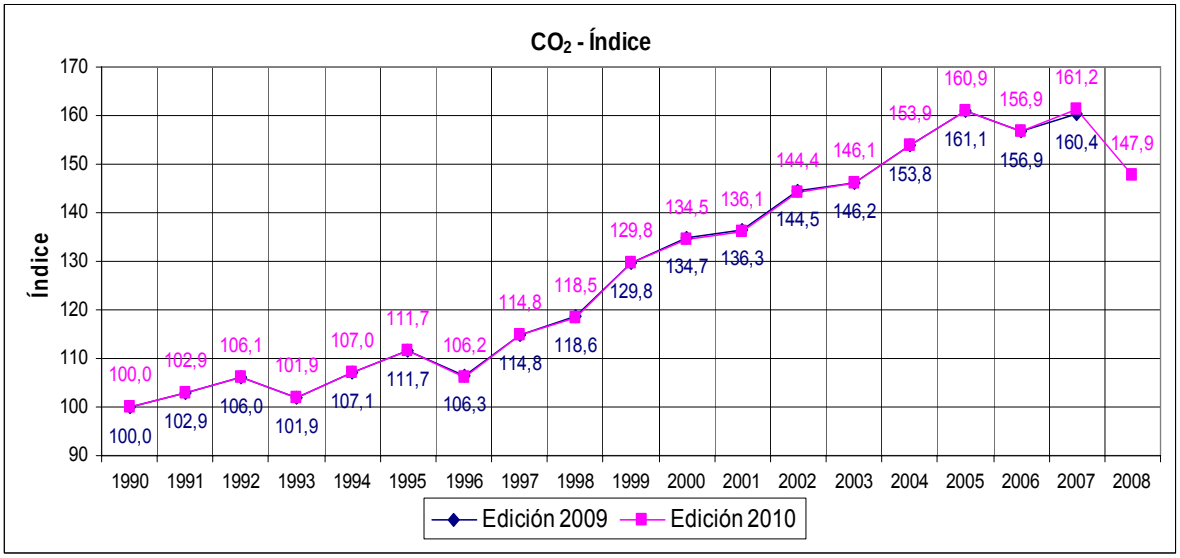


Figura 10.3.8.- Comparación de tendencias de las emisiones de CH_4

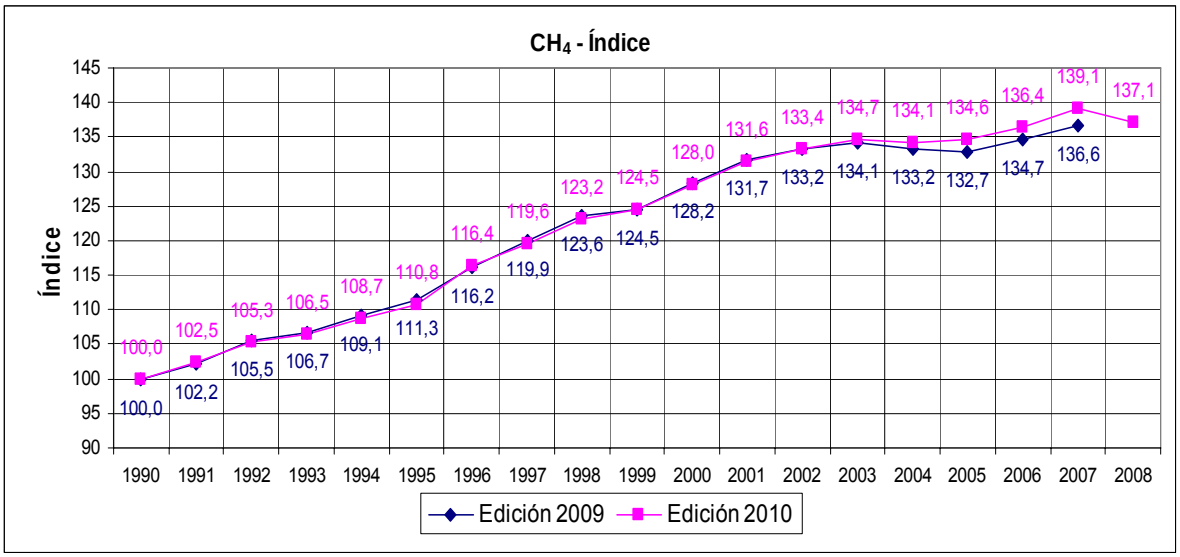


Figura 10.3.9.- Comparación de tendencias de las emisiones de N_2O

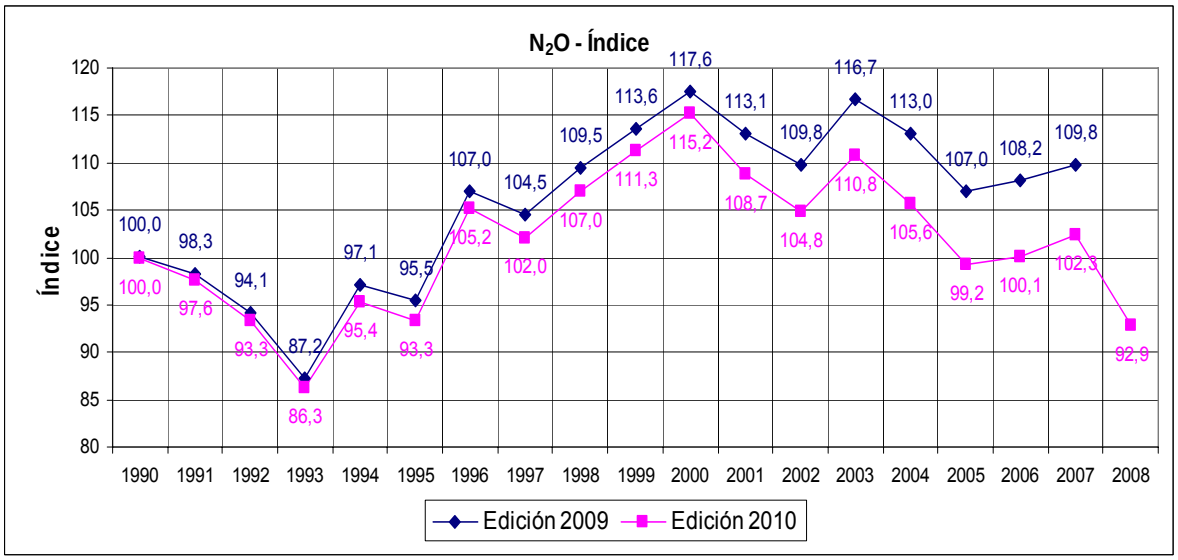


Figura 10.3.10.- Comparación de tendencias de las emisiones de HFC

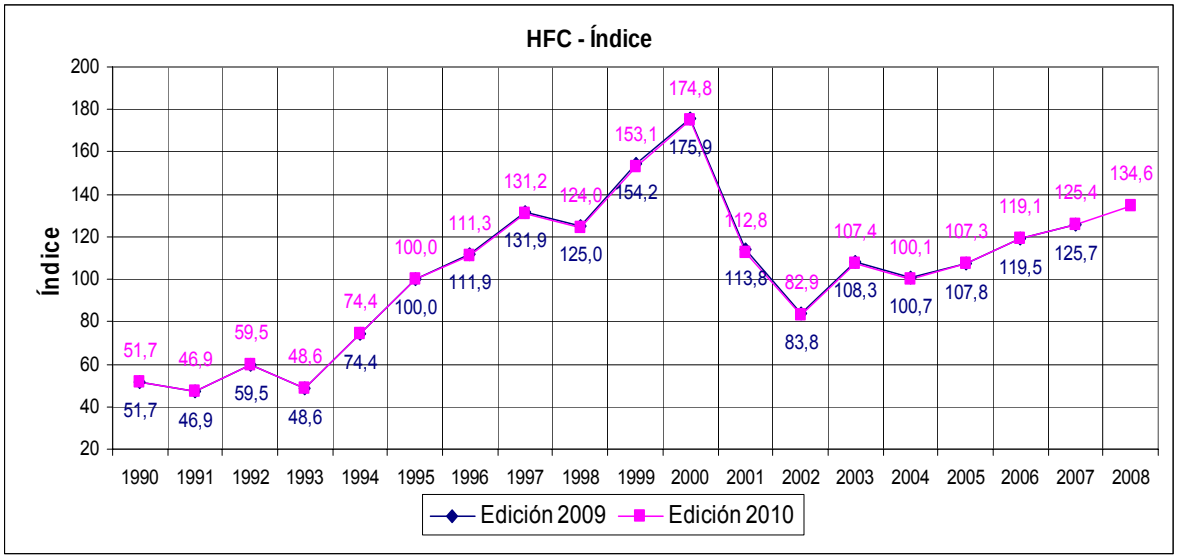


Figura 10.3.11.- Comparación de tendencias de las emisiones de PFC

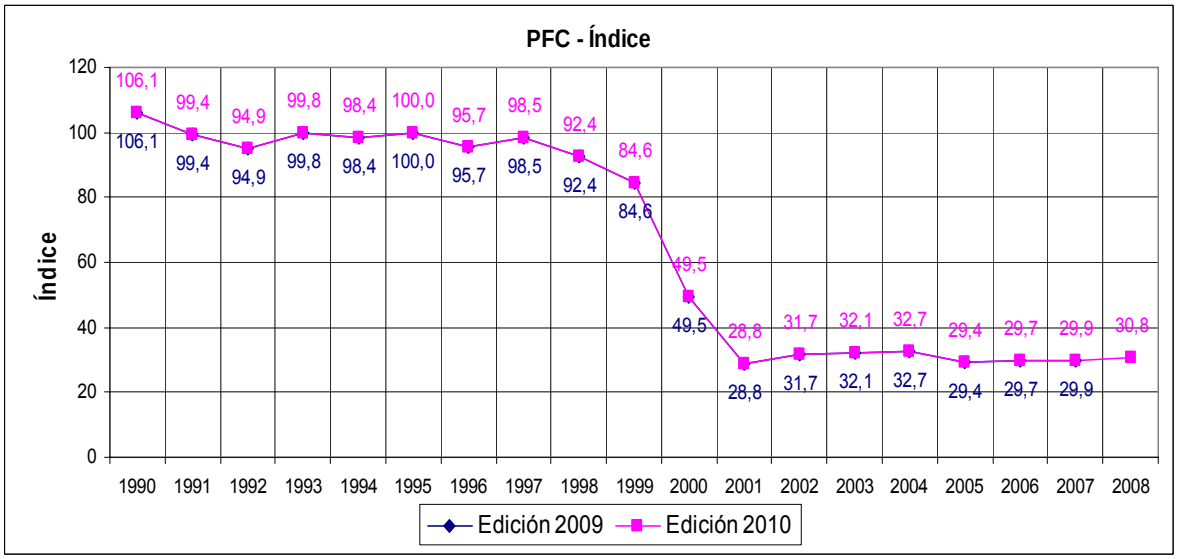
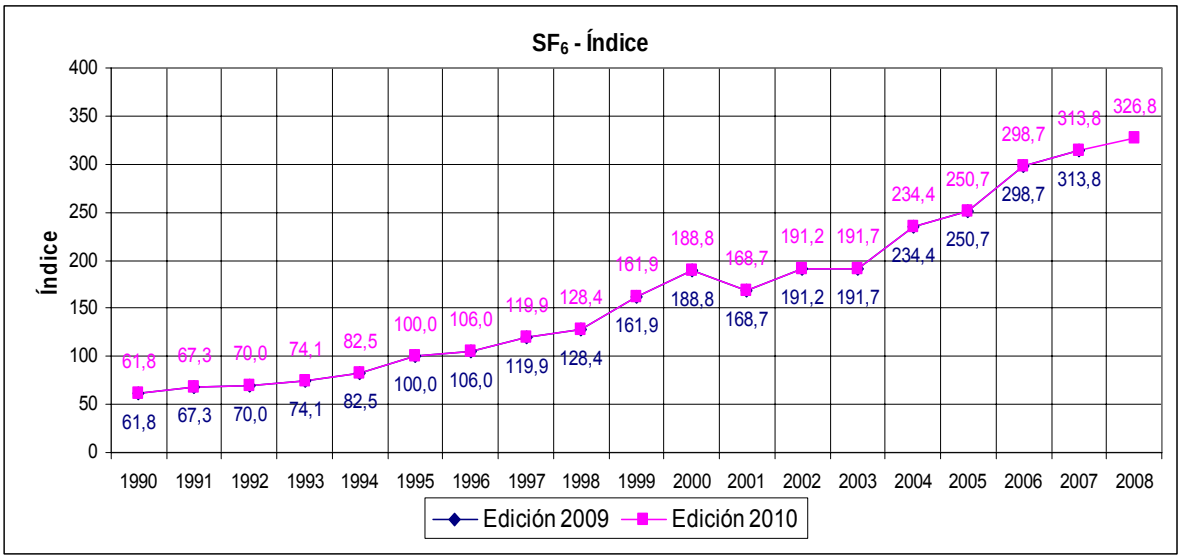


Figura 10.3.12.- Comparación de tendencias de las emisiones de SF_6



10.3.2.- Información suplementaria para el Protocolo de Kioto

La información suplementaria sobre el sector LULUCF para el Protocolo de Kioto se proporciona por primera vez en esta edición del inventario, motivo por el cual no se han establecido recálculos que tengan incidencia sobre el cambio en la tendencia, con relación a la edición del inventario, de los flujos de emisión/absorción del inventario.

10.4.- Realización de nuevos cálculos y mejoras previstas en el inventario

Esta sección se estructura en los apartados 10.4.1. y 10.4.2. siguientes.

Al final del capítulo se incluye el Apéndice 10.1 “Documentación sobre los principales cambios metodológicos ...”que figura al final del capítulo, y en el que se presentan de forma sintética la relación de cambios metodológicos introducidos en el inventario con especial relevancia en el nivel, la tendencia y la cuantificación de la incertidumbre del conjunto del inventario.

Adicionalmente se hace referencia aquí al informe específico, que se presenta en el documento separado *“Respuestas a cuestiones planteadas por ERT en ARR (2009)”*. Este documento es objeto de envío a la Comisión de la Unión Europea como parte de la documentación del inventario 2010.

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

1) Nuevos cálculos

La realización de nuevos cálculos ha tenido una repercusión cuantitativa moderada en el agregado de emisiones de CO_2-equivalente de esta edición del inventario. Como cambios más significativos, destacan los realizados en: i) el sector Agricultura como consecuencia de la revisión metodológica para las especies de porcino y aves, donde se ha progresado a un enfoque de nivel más avanzado (tier 3); ii) el sector LULUCF, al haber incorporado en la estimación los flujos netos de absorciones de CO_2, categorías adicionales con respecto a lo presentado en la edición anterior del inventario; iii) el sector Energía, y por lo que respecta a fuentes móviles, con el paso metodológico en el transporte por carretera de COPERT III a COPERT IV y la introducción de nuevas estimaciones de recorridos según parque circulante de vehículos; y por lo que respecta a fuentes estacionarias, por la revisión del factor de emisión de CH_4 en la combustión de gas natural en motores estacionarios; iv) el sector Procesos Industriales, con la revisión de las estimaciones de N_2O basadas en factores específicos de planta en la actividad de producción de ácido nítrico; v) el sector Residuos, por la revisión de las cifras de depósito en vertedero a partir del año 2003. Otros cambios son ya más puntuales y para su referencia se remite al apartado “nuevos cálculos” de los correspondientes capítulos sectoriales.

2) Mejoras previstas en el inventario

Entre las mejoras previstas en el inventario se consideran, por un lado las de tipo horizontal que afectan al conjunto del sistema del inventario nacional, y, por otro lado, las que se orientan a sectores específicos de actividad.

2.1) Horizontales

Las principales actuaciones de corte transversal previstas para la mejora del inventario son las siguientes:

- Continuación en el planteamiento de cuantificación de los objetivos de mejora del sistema del inventario nacional y de la cuantificación del balance objetivos-recursos.

- Profundización en el desarrollo de los arreglos institucionales especialmente en lo que concierne a la cooperación entre los departamentos ministeriales a través de sus puntos focales y a los grupos temáticos de trabajo establecidos con la participación de distintos ministerios y entidades colaboradoras. Entre estos grupos se incluye también el constituido con las comunidades autónomas para la armonización de los inventarios autonómicos y nacional.

- Continuación del programa de trabajo de contrastación de la desagregación por comunidades autónomas del inventario, y en el que se realizan tanto reuniones sectoriales (para abordar temas específicos de un sector) como reuniones bilaterales (para abordar temas específicos de una comunidad autónoma). En estas reuniones

participa tanto el equipo del inventario como los representantes de las áreas de inventarios de las comunidades autónomas. En concreto, se prevé la realización de reuniones bilaterales con las comunidades autónomas en que tales reuniones no se han podido realizar en la presente edición del inventario.

- Continuación del programa de actualización del inventario para incluir entre la información de base la generada por el desarrollo de los instrumentos de comercio de derecho de emisiones (datos de base de emisiones de CO_2 certificadas). En este sentido de armonización *(streamlining)* se ha concretado un acuerdo de colaboración entre, por un lado, los departamentos del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino y del Ministerio Industria, Turismo y Comercio, y por otro, las comunidades autónomas, orientado a la cumplimentación por estas últimas de un cuestionario por instalación sometida al régimen del Comercio de Derechos de Emisión[4] mediante el cual las comunidades autónomas facilitarán a la Administración General del Estado información de base y emisiones estimadas de CO_2 certificado por instalación sometida al citado régimen de seguimiento de emisiones de CO_2.

- Aplicación selectiva, en determinados sectores de actividad (entre ellos Agricultura), del enfoque de nivel 2 (Tier 2) para la estimación de la incertidumbre.

2.2) Sectoriales

Aunque una relación detallada de las mejoras sectoriales ya ha sido presentada para cada actividad en los correspondientes capítulos sectoriales, se reseñan de nuevo aquí, por conveniencia de presentación, las que se consideran más relevantes.

a) Energía

a.1) General para la energía

Un punto prioritario de actuación es la revisión metodológica para la elaboración del balance de combustibles líquidos (fósiles y biogénicos) que se proyecta realizar en colaboración con las unidades relevantes de la Secretaría de la Energía del MITYC. Este punto incluye, tanto la cuantificación con desglose sectorial de los consumos de este tipo de combustibles en actividades energéticas, como de uso no energético, y la evaluación precisa de las características (contenidos de carbono y azufre, poder calorífico) de dichos combustibles.

Un tratamiento análogo se propone también para la mejora de la información sobre los consumos de combustibles de biomasa y otros combustibles derivados de residuos. En este aspecto se planea una colaboración con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio IDAE-MITYC y con la Subdirección General de Producción y Consumos Sostenibles del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. La colaboración con el IDAE-MITYC se extenderá para la mejora de la información del balance de combustibles específico de

[4] Cuestionario individual a instalaciones encuadradas dentro de la Decisión 2007/589/CE relativa a las directrices de notificación y validación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

las unidades de cogeneración (de las que ya se obtiene información a partir de una explotación específica que realiza el IDAE para el inventario de emisiones) y, en particular, de cómo las fracciones de combustibles imputables a generación de electricidad y a generación de calor se armonizan con la información del balance energético nacional. Merece especial mención que IDAE-MITYC ya ha facilitado, para la última edición del inventario, información individualizada por planta para las instalaciones de cogeneración.

Por otra parte se proyecta continuar con la implantación de las recomendaciones referentes a aspectos energéticos del Programa de Garantía de Calidad del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera realizado por el CIEMAT en 2007-2008.

a.2) Combustión en industrias del sector energético (1A1)

Se planea intensificar el control de las características de los combustibles con el objetivo combinado de identificar con mayor precisión los eventuales valores atípicos reportados por las grandes instalaciones de combustión (principalmente centrales térmicas, refinerías de petróleo) en que se recibe la información de base vía cuestionario individualizado por planta, y de eliminar o disminuir todo lo posible el recurso a la utilización de factores de emisión por defecto (principalmente refinerías de petróleo). Complementariamente, para el caso de las centrales térmicas, se planea proseguir con la contrastación de los factores de emisión por defecto utilizados en la distribución de las emisiones de CO_2 facilitadas históricamente por OFICO (Oficina de Compensaciones de la Energía Eléctrica), organismo hoy extinto, para estas instalaciones que estuvieran originando factores de emisión implícitos atípicos.

Se prevé también continuar y extender en su caso el análisis individualizado de grandes vertederos y en especial de los que realizan valoración del biogás captado.

En cuanto a las plantas de transformación de combustibles sólidos (coquerías) se plantea es la recogida de información individualizada por planta para las coquerías no emplazadas en plantas siderúrgicas integrales. En esta línea se pretende contrastar la información agregada del inventario con la específica de planta de CO_2 certificado dentro del marco del Comercio de Derechos de Emisión. En la presente edición del inventario ya se han realizado actuaciones en este sentido, pero no se ha conseguido un resultado efectivo total debido a limitaciones en el acceso a la información de los procedimientos de evaluación de las emisiones de CO_2 certificado a partir de los consumos y características de combustibles.

a.3) Combustión en la industria (1A2)

Una primera línea de actuación en los planes de mejora es la de continuar y profundizar con el acceso a información individualizada por planta en determinados sectores de la metalurgia no férrea en los que el número de plantas existentes es reducido y por tanto el balance coste/beneficio del tratamiento de la información por planta es positivo (se trata de las actividades de fabricación de plomo secundario y cobre secundario, donde para algunas de ellas ya se dispone de información individualizada). Este mismo planteamiento se pretende aplicar a las fundiciones de hierro.

Otra línea de mejora es la exploración de potenciales sub-sectores industriales que realicen operaciones cautivas de producción de cal no investigados hasta ahora

(azucareras, fundición de cobre), y que al no entrar en los circuitos comerciales, pudieran estar dando lugar a una infravaloración de los consumos de combustibles y de las emisiones asociados a esta actividad.

Por último, si bien este planteamiento requerirá un horizonte de ejecución temporal mayor, se está planteando mejorar la información básica sobre consumos de biomasa así como la tipificación de sus clases por cuanto son relevantes para la determinación de las características de poderes caloríficos y factores de emisión.

a.4) Combustión en el transporte (1A3)

En cuanto al transporte aéreo, se encuentra actualmente en proceso un proyecto de colaboración entre distintas entidades nacionales (DGCEA, Agencia Estatal de Seguridad Aérea – AESA- y la Sociedad para los Servicios y Estudios de la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica -SENASA-) y organismos internacionales (EUROCONTROL) con el propósito de aplicar una metodología ya desarrollada del modelo de tráfico y emisiones del tráfico aeronáutico (modelo MECETA). En la fase actual del proyecto se está validando la información de base y los resultados preliminares obtenidos, proyectándose para la próxima edición del inventario la implementación del modelo para la determinación del consumo y emisiones asociadas al tráfico aéreo.

Por lo que se refiere al transporte por carretera, y partiendo de la metodología COPERT IV ya implantada en esta edición del inventario, se propone avanzar en los siguientes aspectos: i) ampliación de la información de base para la estimación del parque circulante; y ii) ampliación de la información de base sobre el desglose territorial del consumo de combustibles, y el balance de dicho consumo con las cifras de ventas por unidades territoriales: península, Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla.

Por último, para el tráfico marítimo, se está promoviendo un proyecto de colaboración, tanto con la Dirección General de Marina Mercante, con el Ente Público Puertos del Estado como con la Asociación de Navieros Españoles (ANAVE), para acceder y poder procesar la información correspondiente a las variables de actividad en el tráfico marítimo nacional, e incluso de las rutas marítimas seguidas por el mismo. En los contactos mantenidos hasta el momento con las distintas entidades, la Dirección General de Marina Mercante ha proporcionado documentación acerca de la información disponible en formato electrónico, que está siendo analizada para desarrollar una metodología que permita la reducción de la incertidumbre y el aseguramiento de la coherencia temporal de la serie, solventando así las limitaciones de información especialmente de los primeros años del periodo inventariado.

a.5) Combustión en otros sectores (1A4)

Para futuras ediciones del inventario se proyecta una revisión, centrada especialmente en la maquinaria móvil agroforestal, de la metodología (integrando información sobre estándares de requerimiento energético y otros parámetros relevantes para los algoritmos de estimación de las emisiones) en la cual se considere la progresiva renovación del parque y la consiguiente penetración de tecnologías destinadas a limitar las emisiones en este tipo de maquinaria según normativa vigente. Progresando en esta línea de trabajo, emprendida en la pasada edición del inventario en colaboración con la Dirección General de Recursos Agrícolas y Ganaderos del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, se ha desarrollado una

metodología alternativa al procedimiento actualmente empleado en el inventario que parte de una estimación del consumo basada en una cuantificación del esfuerzo requerido por el parque de tractores para desarrollar las labores agrícolas de acuerdo a las superficies cultivadas y las producciones obtenidas. En la fase actual del proceso, se está efectuando un análisis comparativo de ambas metodologías, contrastando y revisando la información de base y la metodología actual con el procedimiento de estimación alternativo.

a.6) Emisiones fugitivas (1B)

Se seguirá investigando la relación de nuevas empresas suministradoras de gas a medida que se vayan incorporando al mercado gasista, solicitando la información pertinente con el objeto de obtener un desglose más específico sobre determinados segmentos de este mercado.

En cuanto a las coquerías no ubicadas en plantas siderúrgicas integrales, el planteamiento de recogida de información individualizada por planta ya expuesto en el punto a.2) posibilitará la mejora de la estimación de las emisiones de los procesos de apertura y extinción de los hornos de coque al incrementar la fiabilidad de los datos de producción de coque, que es la variable de actividad utilizada en dicha estimación. Este planteamiento puede asimismo mejorar la precisión de la estimación de los gases siderúrgicos del balance de combustibles del inventario.

b) Procesos industriales

b.1) Productos minerales (2A)

En la fabricación de cemento se pretende , a través de contactos con la Agrupación de Fabricantes de Cemento de España (OFICEMEN), obtener factores específicos por planta que pudieran mejorar la precisión del factor genérico de CO_2 por descarbonatación que se utiliza ahora para el conjunto del sector. Con esta información individualizada por planta es con la que se pretende realizar el constraste con la información de emisiones certificadas de CO_2 de las plantas de clínker que participan en el mecanismo de comercio de derechos de emisión.

En lo referente al uso de piedra caliza y dolomita, se propone investigar los coeficientes de riqueza de carbonato en las materias primas para poder aquilatar con mayor precisión los correspondientes factores globales de emisión, al entender que este factor de riqueza es el parámetro que puede mostrar una mayor variabilidad.

b.2) Industria química (2B)

Dado que la información sobre variables de actividad se considera ya cubierta con un alto grado de detalle (a nivel de planta en la mayoría de las actividades), se planea como mejora incorporar información específica por planta relativa a tecnologías de control que pudieran tener como consecuencia una mayor exactitud y precisión en el nivel de los factores de emisión aplicados, si bien actualmente ya se recogen determinadas especificidades de proceso de las plantas.

b.3) Producción metalúrgica (2C)

En el caso del hierro y del acero se plantea revisar en colaboración con UNESID (Unión de Empresas Siderúrgicas) el balance de carbono de otros materiales entrantes y salientes en la producción de acero en hornos eléctricos, balance que hasta ahora se suponía que estaba en equilibrio de carbono, pero que a la vista de la nueva información disponible es razonable revisar este supuesto.

En el caso del hierro y del acero se plantea la recogida de información individualizada por planta para todas las acerías eléctricas. De este modo se podría contrastar información específica con un nivel de desglose muy superior al actual. Este planteamiento ya ha sido propuesto ante UNESID (Unión de Empresas Siderúrgicas).

b.4) Producción de halocarburos y SF_6 (2E)

Se planea estudiar con las dos empresas fabricantes de HCFC-22 una valoración a lo largo del tiempo de la evolución de la incertidumbre.

b.5) Consumo halocarburos y SF_6 (2F)

En cuanto al consumo de HFC, se considera prioritaria la revisión de las variables de actividad y de los parámetros que intervienen en el algoritmo de estimación de las emisiones en el sub-sector de frío y climatización, tanto de equipos estacionarios como de equipos móviles. Por lo que respecta al consumo de SF_6 en equipos eléctricos el objetivo sería recabar información específica sobre los sistemas de gestión en la retirada de equipos, incluyendo información sobre eficiencia en la recogida de SF_6 y sus eventuales tratamientos posteriores. En este sentido se podría contactar con SERCOBE (Asociación Española de Fabricantes de Bienes de Equipo), las empresas de producción, transporte y distribución de electricidad, y con los principales sectores industriales de consumo de electricidad en alta tensión.

c) Uso de disolventes y otros productos

Dentro de este sector hay un conjunto de tareas programadas para abordar con las principales asociaciones empresariales la revisión de las variables básicas de actividad así como de la caracterización de los procesos y técnicas de reducción de emisiones aplicados en el uso de disolventes y el contenido de COVs de los mismos. En el año 2009 se mantuvieron reuniones con asociaciones empresariales, representantes de los principales sectores, con el fin de establecer un procedimiento para el levantamiento de la información de base necesaria. Este plan continúa en el año 2010.

d) Agricultura

En esta edición del inventario, se han implementado los nuevos procedimientos de estimación de emisiones para el porcino y las aves, como avance de la revisión metodológica general del sector Ganadería, que se proyecta completar en la próxima edición del inventario. Los contenidos esenciales de esta revisión metodológica, que se configuran como un enfoque de nivel más avanzado (tier 3), incorporan información nacional sobre variables de actividad, parámetros y métodos de estimación, y, en concreto, hacen referencia a la orientación productiva de los animales, su dieta alimentaria, las relaciones de

dietas y requerimientos energéticos, excreta, y sistemas de gestión de estiércoles. Los resultados afectan a las categorías de fermentación entérica, gestión de estiércoles y suelos agrícolas. El desarrollo de toda esta metodología, ha sido efectuado por el Grupo de Trabajo sobre Ganadería para el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (GT INV-GAN) del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, al que se hace referencia en el epígrafe 1.2.1 y en el capítulo 6 de este informe.

Por lo que respecta al sub-sector agrícola propiamente dicho, está prevista la incorporación de los desarrollos que efectúe el Grupo de Trabajo sobre Agricultura para el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (GT INV-AG), referido asimismo en el epígrafe 1.2.1 y en el capítulo 6 de este informe. Las mejoras previstas en este sub-sector, se refieren a la actualización del balance de nitrógeno de la agricultura española (tomando información de los flujos del sub-sector ganadero aportados por GT INV-GAN), la revisión de la información de base sobre prácticas agrícolas y sobre otros recursos agrícolas (especialmente fertilizantes nitrogenados).

e) Usos del suelo, cambios de uso del suelo y silvicultura

En esta edición del inventario, ya se ha realizado un avance notable en lo referente al sector LULUCF, con las aportaciones del grupo de trabajo específico GT-USCC (véase epígrafe 1.2.1 y capítulo 7). Para la nueva edición del inventario, se planea mejorar la información de base y las explotaciones cartográficas, que sirven de soporte para la clasificación de usos del suelo y cambios de usos del suelo, e integrar dicha información cartográfica con la información registral y estadística sobre determinados usos del suelo y cambioes de usos del suelo.

f) Residuos

Una prioridad general para la mejora del sector Residuos es continuar con los procedimientos ya en marcha de verificación de los datos (series temporales) de generación de residuos y de la distribución de los mismos según sistemas y tecnologías de tratamiento, todo ello en colaboración con la Subdirección General de Producción y Consumos Sostenibles del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Como actuaciones más concretas en subsectores específicos cabe reseñar las relacionadas con los vertederos de residuos y con el tratamiento de aguas residuales.

f.1) Depósito en vertederos

Se seguirá profundizando en el trabajo ya iniciado en ediciones anteriores del inventario referente a la recogida directa e individualizada, vía cuestionario, de información, sobre los vertederos que recuperan biogás. Con esa nueva información de base se mejorarán los contrastes sobre parámetros de gestión de vertederos individualizados, así como las estimaciones de la serie de residuos depositados en vertederos controlados.

f.2) Tratamiento aguas residuales

Reconocida la incertidumbre actualmente asociada a la variable de actividad, volumen de vertido y carga orgánica, se considera prioritaria la colaboración de la Dirección

General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino para acceder y poder procesar la información pertinente de la base de datos de estaciones depuradoras de aguas residuales. Para la presente edición no se ha podido incorporar la información facilitada por la Dirección General del Agua ya que se recibió después de la fecha de cierre del inventario. Por este motivo se planea su incorporación para la próxima edición del inventario.

f.3) Tratamiento aguas residuales

La biometanización en España es una práctica de tratamiento de los residuos reciente y de uso todavía limitado realizada como alternativa del depósito de grandes vertederos controlados. Para su incoporación en la presente edición del inventario se comenzaron a circular cuestionarios individualizados a dichas plantas de biometanización, no habiendo recibido la información a tiempo de su incorporación en esta edición. Se planea por tanto seguir circulando dichos cuestionarios, actualizando el directorio de plantas, para llevar a cabo su incorporación en la próxima edición del inventario.

10.4.2.- Información suplementaria para el Protocolo de Kioto

En el proceso de estimación de los flujos de emisión/absorción de las actividades de LULUCF se han identificado una serie de prioridades de mejora para ediciones futuras del inventario. Aunque en este epígrafe deben de venir referidas al sector LULUCF-PK, el hecho de que gran parte de la información de base y de los algoritmos de estimación de las emisiones para LULUCF-PK sea común con LULUCF-Convenio ha motivado que las referencias a las mejoras planeadas se reseñen en las secciones del Capítulo 7 “LULUCF-Convenio” que tratan específicamente de las mejoras planeadas, y que para las distintas categorías de LULUCF se desarrollan en los epígrafes 7.X.8 (dónde la X varía de 2 a 7 para cubrir sucesivamente las categorías de, bosque, tierras agrícolas, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras).

Apéndice 10.1.- Documentación sobre los principales cambios metodológicos con relación a la edición anterior del inventario

En la tabla siguiente, se presenta la relación de los principales cambios metodológicos introducidos en la presente edición del inventario, y las implicaciones que han tenido en los nuevos cálculos realizados. En la columna de referencia, se describe de forma resumida el tipo de cambio introducido, la categoría CRF y gases afectados, y la referencia a el capítulo y secciones del NIR en que se presenta de forma detallada la descripción del cambio metodológico.

Tabla A.10.1.- Documentación los principales cambios metodológicos con relación a la edición anterior del inventario

GASES EFECTO INVERNADERO CATEGORÍAS (FUENTES Y SUMIDEROS)	DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS	RECÁLCULOS	REFERENCIAS
	Categorías con importantes cambios metodológicos en la última edición del inventario	**Categorías en que los cambios metodológicos han implicado recálculos**	**Referencia a la naturaleza del cambio y al texto del NIR en que se documenta**
Total (Emisión Bruta)			
1. Procesado de la energía	√	√	Revisión de factores de emisión de CH_4 de motores estacionarios de gas natural. Categorías 1A1, 1A2 y 1A4. NIR Capítulo 3, Secciones de las categorías indicadas.
A. Actividades de combustión			
1. Industrias del sector energético			
2. Industrias manufactureras y de la construcción			
3. Transporte	√	√	Paso de COPERT 3 a COPERT 4 y recorridos según parque circulante. Cambio importante en N_2O. Categoría 1A3b; NIR Capítulo 3, Sección 3.7.
4. Otros sectores			
5. Otros			
B. Emisiones fugitivas de los combustibles			
1. Combustibles sólidos			
2. Petróleo y gas natural			
2. Procesos Industriales			
A. Productos minerales			
B. Industria química	√	√	Paso de FE por defecto a emisiones medidas en planta en la fabricación de ácido nítrico. Cambio en N_2O. Categoría 2B2. NIR Capítulo 4, Sección 4.6.
C. Producción metalúrgica			
D. Otras industrias			
E. Producción de halocarburos y SF_6			
F. Consumo de halocarburos y SF_6			
G. Otros			

Tabla A.10.1.- Documentación los principales cambios metodológicos con relación a la edición anterior del inventario (Continuación)

GASES EFECTO INVERNADERO CATEGORÍAS (FUENTES Y SUMIDEROS)	DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Categorías con importantes cambios metodológicos en la última edición del inventario	RECÁLCULOS Categorías en que los cambios metodológicos han implicado recálculos	REFERENCIAS Referencia a la naturaleza del cambio y al texto del NIR en que se documenta
3. Uso de disolventes y de otros productos			
4. Agricultura			
A. Fermentación entérica			
B. Gestión del estiércol	√	√	Paso de Tier 2 a Tier 3 en ganado porcino y aves. Cambio en CH_4 y N_2O. Categoría 4.B. NIR Capítulo 6, Secciones 6.3 y 6.5.
C. Cultivo de arroz			
D. Suelos agrícolas	√	√	Paso de Tier 2 a Tier 3 en ganado porcino y aves. Cambio en N_2O. Categoría 4.D. NIR Capítulo 6, Sección 6.4.
E. Quemas planificadas de sabanas			
F. Quema en campo de residuos agrícolas			
G. Otros			
5. Usos del suelo, cambios de usos del suelo y silvicultura			
A. Bosques	√	√	Incorporación de nuevas variables de actividad correspondientes a la forestación de tierras agrícolas, pastizales y otras tierras. Categoría 5.A. NIR Capítulo 7, Sección 7.2
B. Tierras agrícolas	√	√	Estimación de los flujos de emisiones/absorciones relacionados con prácticas de gestión de tierras agrícolas y gestión de suelos de cultivos leñosos. Categoría 5.B. NIR Capítulo 7, Sección 7.3
C. Pastizales	√	√	Incorporación de FE nacionales para la estimación de los flujos de carbono orgánico de los suelos en la conversión de tierras agrícolas a pastizales. Categoría 5.C NIR Capítulo 7, Sección 7.4
D. Humedales			
E. Asentamientos	√	√	Estimación de la pérdida de biomasa viva aérea originada por la conversión de bosque, tierras agrícolas, pastizales y otras tierras a asentamientos. Categoría 5.E. Capítulo 7, Sección 7.6
F. Otras tierras			
G. Otros			

Tabla A.10.1.- Documentación los principales cambios metodológicos con relación a la edición anterior del inventario (Continuación)

GASES EFECTO INVERNADERO CATEGORÍAS (FUENTES Y SUMIDEROS)	DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Categorías con importantes cambios metodológicos en la última edición del inventario	RECÁLCULOS Categorías en que los cambios metodológicos han implicado recálculos	REFERENCIAS Referencia a la naturaleza del cambio y al texto del NIR en que se documenta
6. Tratamiento y eliminación de residuos			
A. Depósito en vertederos			
B. Tratamiento de aguas residuales			
C. Incineración de residuos			
D. Otros			
7. Otros			
Ítems pro-memoria:			
Bunkers internacionales			
Transporte aéreo			
Transporte marítimo			
Operaciones multilaterales			
CO2 procedente de la combustión de biomasa			

11.- SECTOR LULUCF PARA PROTOCOLO DE KIOTO (LULUCF-PK)

11.1.- Información general

11.1.1.- Definición de bosque y otros criterios

En esta edición 1990-2008 del Inventario se ha unificado el umbral del parámetro de FCC utilizado en el pasado para informar a la Convención, que era del 10%, al valor del parámetro elegido para informar al Protocolo de Kioto, que es del 20%. Esta unificación parecía muy conveniente al objeto de optimizar los recursos para la realización de los inventarios dirigidos a la Convención y al Protocolo de Kioto. Así, el sistema de tratamiento de la información de usos del suelo y en concreto del bosque, incluyendo los procedimientos de control de calidad y de generación de informes, se desarrollará de manera más eficiente por quedar referido a una base común de clasificación del bosque.

Así, la definición de bosque adoptada por España a efectos de informar tanto a la Convención como al Protocolo de Kioto *comprende las tierras pobladas con especies forestales arbóreas como manifestación vegetal dominante y que se ajusten a los siguientes parámetros:*

1) Fracción de cabida cubierta (FCC) $\geq$ 20%.

2) Superficie mínima 1 hectárea.

3) Altura mínima de los árboles maduros 3 metros, sin excluir los sistemas de vegetación actualmente inferiores a dicho umbral pero que se espera que lo rebasen.

Adicionalmente se ha considerado para el cómputo de las superficies de bosque un umbral de anchura mínima de 25 metros para los elementos lineales[1].

La elección del umbral del 20% es coherente con la definición de bosque como monte arbolado que utiliza el Inventario Forestal Nacional. En concreto, el Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3), elaborado entre los años 1997-2007, define "monte arbolado" de la siguiente manera:

> *"Terreno poblado por especies forestales arbóreas como manifestación vegetal dominante y con una fracción de cabida cubierta por ella igual o superior al 20%; el*

[1] Esta restricción del umbral de anchura mínima no se aplica en el Inventario Forestal Español a las riberas arboladas con especies autóctonas o asilvestradas de estructura irregular, origen natural y gran biodiversidad, dado su gran valor ecológico.

concepto incluye las dehesas[2] de base cultivo o pastizal con labores, siempre que la fracción de cabida cubierta sea igual o superior al 20%. También comprende los terrenos con plantaciones monoespecíficas o poco diversificadas de especies forestales arbóreas, sean autóctonas o alóctonas, siempre que la intervención humana sea débil y discontinua, pero excluye las tratadas como cultivos, o sea, con una fuerte y continua intervención humana, para la obtención de frutos, elementos decorativos, hojas, compuestos químicos, flores, plantas de jardinería, varas, biomasa, etc., más próximas a los ecosistemas agrícolas que a los forestales, así como los parques urbanos aunque estén arbolados, los árboles sueltos, los bosquetes de cabida menor de 0,25 ha., las alineaciones de pies de anchura menor de 25 metros".

Consideraciones adicionales sobre inclusiones/exclusiones de algunas tierras en la definición de bosque:

- Inclusiones:
  - Dehesas. Se incluyen cuando presentan una FCC igual o superior al 20%, y su tipo estructural en el MFE es igual a 3 (dehesa).
- Exclusiones:
  - Las barreras de protección (shelter belts) ya que se trata de formaciones arbustivas o árboles fuera de monte.
  - Los cultivos leñosos (tree orchards), que son aquellos que, aunque estén poblados por árboles y con una FCC que puede superar el 20%, están sometidos a un aprovechamiento esencialmente agrícola y no forestal.[3]
  - Dehesas. Se excluyen cuando presentan una FCC inferior al 20%. Se considera que en estas superficies el uso predominante es el pastizal, por lo que se asignan mayoritariamente a GL (grassland), y complementariamente, pero a escala mucho menor pueden asignarse a CL (cropland) cuando se utilicen para cultivo o a OL (Other land) cuando no se usen como pastizal ni como tierra de cultivo.

[2] DEHESA: Una dehesa es, en general, un sistema forestal antropizado constituido fundamentalmente por un estrato de arbolado claro, con presencia o no de matorral y, generalmente, un estrato herbáceo, acompañado o no de cultivos agrícolas, en el que se lleva a cabo un aprovechamiento agrosilvopastoril extensivo, gracias al cual, se mantiene su estructura en el tiempo.

[3] La especificación de FCC $\geq$ 20% recogida en la definición de bosque elimina en gran parte las tierras de cultivos leñosos, a pesar del porte arbóreo de algunas de las especies que estos cultivos integran.

11.1.2.- Actividades elegidas en virtud del Artículo 3, párrafo 4, del Protocolo de Kioto

Las actividades que España eligió para informar al Protocolo de Kioto en virtud del Artículo 3, párrafo 4, fueron:

- la gestión forestal, y

- la gestión de tierras agrícolas.

La gestión forestal, se refiere a la utilización de prácticas para la administración y uso de tierras forestales con objeto de permitir que el bosque cumpla sus funciones ecológicas (incluida la diversidad biológica), económicas y sociales de manera sostenible. Toda la superficie forestal de España, según la definición de bosque dada en el epígrafe 11.1.1, se encuentra bajo gestión forestal, entendido este término en el sentido amplio dado en la GBP-LULUCF 2003 de IPCC.

La gestión de tierras agrícolas, consiste en la aplicación de las prácticas generales y de prácticas especiales en tierras dedicadas a cultivos agrícolas y en tierras mantenidas en reserva o no utilizadas temporalmente para la producción agrícola. En esta categoría se incluyen todas aquellas tierras objeto de cultivo temporal (anuales) o permanente (perenne), así como todas las tierras en barbecho dejadas en reserva durante uno o varios años antes de volver a ser cultivadas. Así, toda la superficie de tierras agrícolas de España se considera gestionada, si bien la mayor parte de esta gestión resulta en un balance neutro de carbono, y es por ello que, a efectos del cómputo de los flujos de carbono, sólo se van a considerar las prácticas especiales de gestión de tierras agrícolas. Estas prácticas especiales, como se comenta más adelante, se estructuran en tres categorías: i) transiciones entre cultivos herbáceos (incluido el barbecho) y cultivos leñosos, ii) transiciones entre cultivos leñosos, y iii) prácticas de gestión del suelo en cultivos leñosos.

Toda la superficie agrícola nacional se encuentra gestionada de una forma u otra, siendo para el periodo 1990-2008 el principal elemento de gestión la Política Agrícola Común. La Política Agrícola Común ha supuesto, de hecho, para dicho periodo de tiempo, un incremento de las actividades ligadas al seguimiento y control tanto de la superficie destinada a cultivo como de las prácticas de gestión y de cultivo asociadas, incrementándose en muchos casos la información disponible y permitiendo un mejor seguimiento de la evolución de las superficies a lo largo del tiempo.

11.1.3.- Descripción de cómo las definiciones de las actividades consideradas en virtud de los Artículos 3.3 y 3.4 han sido implantadas y aplicadas de forma coherente a lo largo del tiempo

Implementación temporal homogénea de las actividades informadas en virtud del Artículo 3.3

Información sobre superficies

Las actividades de forestación y reforestación se han obtenido de dos fuentes temporalmente homogéneas a lo largo del tiempo. Por un lado, las estadísticas de forestación de tierras agrícolas con subvenciones de la Política Agraria Común (PAC) que controlan las comunidades autónomas y que facilita al inventario la Dirección General de Desarrollo Sostenible del Medio Rural. Por otro lado, de la base de datos de repoblaciones que se realizan en tierras de cultivo (sin subvenciones de la PAC), en pastizales y en otras tierras y que facilita al inventario la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal.

La información sobre deforestación procede de la explotación cartográfica de CORINE-LANDCOVER y Mapa Forestal Español y se considera temporalmente homogénea. La superficie deforestada tiene como destino final a lo largo de toda la serie la generación de nuevas superficies de asentamientos.

Información sobre métodos y factores de emisión

La metodología y factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones en forestación/reforestación y deforestación, ya se han presentado en el capítulo 7 anterior, epígrafes 7.2.4.2 (forestación/reforestación) y 7.6.4.2 (deforestación), y se considera que se han aplicado de forma homogénea a lo largo del tiempo.

Implementación temporal homogénea de las actividades informadas en virtud del Artículo 3.4

Gestión forestal

La información sobre superficie mantenida en cada año en gestión forestal se deriva de la explotación cartográfica de CORINE-LANDCOVER y Mapa Forestal Español, teniendo en cuenta las salidas que de la misma se producen a lo largo del tiempo por el proceso de deforestación más arriba indicado (véase también Sistema de Ecuaciones 7.1.1 del capítulo 7 de este informe).

La metodología y factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones en bosque que permanece como bosque ya se han presentado en el capítulo 7 anterior, epígrafe 7.2.4.1, y se considera que se han aplicado de forma homogénea a lo largo del tiempo.

Gestión de tierras agrícolas

La fuente de información para determinar las superficies sometidas a las distintas prácticas de gestión de tierras agrícolas con generación de flujos netos de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero ha sido la Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España (ESYRCE) y para las transiciones entre tipos de cultivos leñosos la información procede de la Subdirección General de Estadísticas del MARM. Los datos de ESYRCE utilizados aquí en la estimación de emisiones y absorciones en la gestión de tierras agrícolas se remontan hasta el año 2004. A lo largo del tiempo ha mantenido constante las definiciones empleadas, si bien ha ido incorporando otras actividades o categorías no consideradas en el año de inicio. En cualquier caso, las definiciones y categorías no han experimentado cambios significativos a lo largo de la serie temporal, por lo que se considera coherente la evolución temporal de los datos de superficies de ESYRCE y de la citada Subdirección General de Estadísticas del MARM para todo el periodo cubierto por estas fuentes. No obstante, conviene resaltar que no se ha podido disponer de datos sobre estas prácticas de gestión de tierras agrícolas para el año 1990 con el fin de calcular el neto-neto, pero se considera que esas superficies en el año 1990 serían en todo caso muy reducidas.

La metodología y factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones en tierras agrícolas que permanecen como tales ya se han presentado en el capítulo 7 anterior, epígrafe 7.3.4.1, y se considera que se han aplicado de forma homogénea a lo largo del tiempo.

11.1.4.- Descripción de la jerarquía establecida entre las actividades del Artículo 3.4, y de cómo se ha aplicado de forma coherente para determinar la clasificación del suelo

Se establece la siguiente jerarquía, en el caso de confluencia de actividades, entre las actividades elegidas dentro del artículo 3.4:

- Primero: “Gestión forestal”.

- Segundo: “Gestión de tierras agrícolas”[4].

A su vez, dentro de la gestión de tierras agrícolas se establece la subjerarquía siguiente: i) Transiciones entre cultivos herbáceos (incluido el barbecho) y cultivos leñosos, ii) Prácticas de gestión del suelo en cultivos leñosos[5], y iii) Transiciones entre cultivos leñosos.

[4]Existe una subjerarquía dentro de las prácticas seleccionadas en “gestión de tierras agrícolas”, véase documento de referencia de “Gestión de Tierras Agrícolas”.

[5] Las prácticas de gestión de suelos que favorecen el incremento de carbono orgánico con relación a la práctica de laboreo tradicional son las siguientes: laboreo mínimo, no laboreo, cubiertas

La jerarquía establecida entre la gestión forestal y la gestión de tierras agrícolas se ha mantenido de forma coherente a lo largo del tiempo. La superficie de gestión forestal se ha obtenido coherentemente a lo largo del tiempo sobre la base del bosque que se mantiene como bosque con relación al año anterior a partir de las explotaciones cartográficas de CORINE-LANDCOVER y Mapa Forestal Español. En cuanto a las superficies de tierras agrícolas que han intervenido en el cómputo de los gases de efecto invernadero generados en las prácticas de gestión de tierras agrícolas, la superficie considerada (fuente ESYRCE) constituye un subconjunto relativamente reducido del total de la superficie agrícola que resulta de las explotaciones cartográficas de CORINE-LANDCOVER y Mapa Forestal Español.

11.2.- Información relacionada con el suelo

11.2.1.- Unidad de evaluación espacial utilizada para determinar el área de las unidades del suelo en virtud del Artículo 3.3

A) Actividades de forestación/reforestación

Para las actividades de forestación/reforestación la determinación del área de las unidades de tierra sujetas a estas actividades se ha realizado sobre la base de los dos tipos de registros siguientes:

1) Registro de forestación/reforestación de tierras agrícolas con subvención de la PAC.

   La información de esta fuente ha sido facilitada para el inventario por la Dirección General de Desarrollo Sostenible del Medio Rural del MARM, la cual, a su vez, la ha recabado de las distintas comunidades autónomas.

   Las comunidades autónomas realizan este registro con formularios propios y en ellos se recoge el detalle de la ubicación de las parcelas reforestadas con datos de superficie por municipios afectados, y por agregación se obtienen los resultados a nivel de comunidad autónoma. La comunidad autónoma constituye para este registro el territorio georreferenciado que contiene las unidades de tierra de forestación/reforestación. Para ilustrar el contenido del registro de esta información se muestran en el cuadro 11.2.1 los formularios para dos comunidades representativas por la superficie de tierra agrícola reforestada.

2) Registro de forestación/reforestación de tierras agrícolas (sin subvención de la PAC) y de tierras de pastizales y otras tierras.

   La información de esta fuente ha sido facilitada para el inventario por la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal del MARM, la cual, a su vez, la ha recabado de las distintas comunidades autónomas.

---

inertes, cubiertas vegetales espontáneas, cubiertas vegetales sembradas, cubiertas sin mantenimiento y siembra directa.

Las comunidades autónomas realizan este registro con formularios propios y en ellos se recoge el detalle de la ubicación de las parcelas reforestadas con datos de superficie por municipios afectados, y por agregación se obtienen los resultados a nivel de comunidad autónoma. La comunidad autónoma constituye para este registro el territorio georreferenciado que contiene las unidades de tierra de forestación/reforestación. En el cuadro 11.2.2 se ilustra el contenido del registro tipo con el cual se ha recogido esta información por parte de la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal.

Cuadro 11.2.1.- Fichas parcelas forestación para el registro de forestación/reforestación de tierras agrícolas con subvención de la PAC

Comunidad Junta de Castilla y León

Anexo VII: Relación de parcelas afectadas por la solicitud

Beneficiario: _____ Expediente nº: _____

Titular	CIF/NIF	Descripción SIGPAC o, en su defecto, catastral							Aprov. actual (1)	Zona Cuaderno	Estac.	Red.
		Cód. Municipio/ /Agregado	Zona SIGPAC	Polígono	Parcela	Recinto o Subparcela	Superficie (Ha)					
							SIGPAC o Catastral	Afectada				

(1): Base séptima de la orden de convocatoria: “asociación frutal-viñedo” (VF), “cítricos” (CI), “frutal” (FY), “huerta” (TH), “pastizal” (PS), “pasto arbustivo” (PR), “pasto con arbolado” (PA), “tierra arable” (TA), “viñedo” (VI) o, en su caso, “zona concentrada no reflejada en la ortofoto” (ZC).

Cuadro 11.2.1.- Fichas parcelas forestación para el registro de forestación/reforestación de tierras agrícolas con subvención de la PAC (Continuación)

Junta de Andalucía

Solicitud de Ayudas para el fomento de la forestación de tierras agrícolas

Campaña 2005
PARCELAS FORESTACIÓN

Nº EXPEDIENTE FORESTACIÓN: _____

REFERENCIAS IDENTIFICATIVAS DEL RECINTO SIGPAC QUE COMPONEN LA FORESTACIÓN

Número Priorización Forestación	REFERENCIA IDENTIFICATIVA DEL RECINTO SIGPAC									TIPO DE FORESTACIÓN				ESPECIE			
	Provincia		Municipio		Polígono	Parcela	Recinto	Has.	Alegación SIGPAC (S/N) (*)	(F),(R),(FF) (RR),(RF) (AE) (*1)	Pies/Ha	Superficie a forestar	Espacio natural protegido	Especie		Participación (%)	Siembra (S) / /Plantación (P)
	Cód.		Cód.											Cód.			

(*): Alegaciones SIGPAC: Deberá indicarse mediante (S/N) si ha presentado alegaciones al SIGPAC para cada uno de los recintos incluidos en su solicitud.
(*1): (F), Frondosa Pura; (R), Resinosa Pura; (FF), Mezcla de Frondosas; (RR), Mezcla de Resinosas; (RF), Resinosas y Frondosas; (AE), Arbóreas Especial Interés.
(*2): Deberá indicar la Superficie a Forestal para el Recinto SIGPAC y Tipio de Forestación consignados en la fila.

Cuadro 11.2.2.- Fichas parcelas forestación para el registro de forestación/reforestación de tierras agrícolas SIN subvención de la PAC, y de tierras de pastizales y otras tierras

ESTADILLO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS DE INFORMACIÓN DE CAMBIOS DE USO DE SUELO RELATIVOS A BOSQUES

REFERENCIA REPOBLACIÓN(Exp/proyecto):		**AÑO:**
PROVINCIA:	**MUNICIPIO:**	**Constancia ejecución (S/N):**
MUN PRINCIPAL(S/N):	BBDD IDENTIFICACIÓN MUNICIPIO:	**Tipo documento constancia:**
MONTE:		
USO AÑO ANTERIOR:	FUENTE USO:	**USO 31/12/1989 y Fuente:**
SITUACIÓN ANUALIDAD ANTERIOR(1):		
SUPERFICIE TOTAL REPOBLADA EN EL MUNICIPIO(Has):		SUP. TOTAL REPOBLADA EN EL EXP.(Has):

ACTUACIÓN: ☐ **FORESTACIÓN** ☐ **REFORESTACIÓN** ☐ **DEFORESTACIÓN**

FINANCIACIÓN REPOBLACIÓN: ☐ PAC ☐ OTROS MEDIOS

PROPIEDAD ☐ PÚBLICA ☐ PRIVADA ☐ MONTES VECINALES EN MANO COMÚN **PLANTACIÓN DESPUÉS DE CORTA (S/N):**

Nº PIES TOTALES/HECTAREA:	**MARCO DE PLANTACIÓN (metros*metros)**	☐ **EXP. REPOSICION MARRAS**

ESPECIE	**Nº PIES ESPECIE/Ha**	**% PARTICIPACION EN LA MEZCLA**	SEMILLA/ PLANTACIÓN (S/P)	**MARCO**	**SUPERFICIE**
TOTAL DE SUPERFICIE REPOBLADA CON LOS PARAMETROS DE LA CABECERA					

EXISTE TRATAMIENTO DE LA VEGETACIÓN SI ☐ NO ☐
TRATAMIENTO DEL SUELO (Subsolado lineal, subsolado cruzado, banquetas, ahoyado, acaballonado, aterrazado):
SE HACE REFERENCIA A UN PLAN DE ORDENACIÓN O PLAN TÉCNICO DE GESTIÓN (S/N):

En caso de deforestación
EDAD DEL BOSQUE DESAPARECIDO:

OBSERVACIONES

B) Actividades de deforestación

La información sobre las áreas de tierra deforestada se ha obtenido de las explotaciones cartográficas de CORINE-LANDCOVER y Mapa Forestal Español. Toda la superficie deforestada ha cambiado a la clase de uso de "asentamientos". La información de estas áreas se agrega estadísticamente a nivel provincia (NUTS 3) y posteriormente a nivel de comunidad autónoma (NUTS 2) que es el territorio georreferenciado que contiene las unidades de tierra de deforestación.

11.2.2.- Metodología utilizada para desarrollar la matriz de cambios de uso del suelo

La metodología utilizada para elaborar la matriz de cambios de uso del suelo ya ha sido presentada en la sección 7.1 del capítulo 7 de este informe. En esencia, el proceso de elaboración de la matriz de uso del suelo ha integrado dos componentes esenciales: i) explotaciones cartográficas de CORINE-LANDCOVER y Mapa Forestal Español, y ii) estadísticas de forestación/reforestación de tierras agrícolas, pastizales y otras tierras.

La información de las explotaciones cartográficas se ha mantenido para los siguientes cambios de uso:

- Conversión de tierras agrícolas a pastizales.

- Conversión de tierras agrícolas y de pastizales a otras tierras.

- Conversión de bosque, de tierras agrícolas, de pastizales y de otras tierras a asentamientos.

La información estadística de reforestaciones se ha utilizado con preferencia a la cartográfica para los siguientes cambios de uso:

- Forestaciones de tierras agrícolas (con subvención de la PAC y sin subvención), de pastizales y de otras tierras que pasan a integrar el bosque en transición.

La información sobre las superficies que en cada uso UNFCCC permanece como tal con relación al año anterior se ha derivado de la siguiente manera:

- Teniendo en cuenta los cambios anteriores de la cartografía y las estadísticas, y

- Computando el balance de tierras que permanecen en su uso utilizando en el sistema de ecuaciones 7.1.1 que se presenta en el epígrafe 7.1 del capítulo 7 de este informe.

11.2.3.- Mapas, bases de datos y sistema de códigos para identificar las ubicaciones geográficas

Para la información sobre unidades de tierra forestadas y reforestadas la identificación procede sucesivamente de código de parcela, ubicación de parcela en municipio/s afectados, municipios en provincia (NUTS 3), y provincias en comunidades autónomas (NUTS 2).

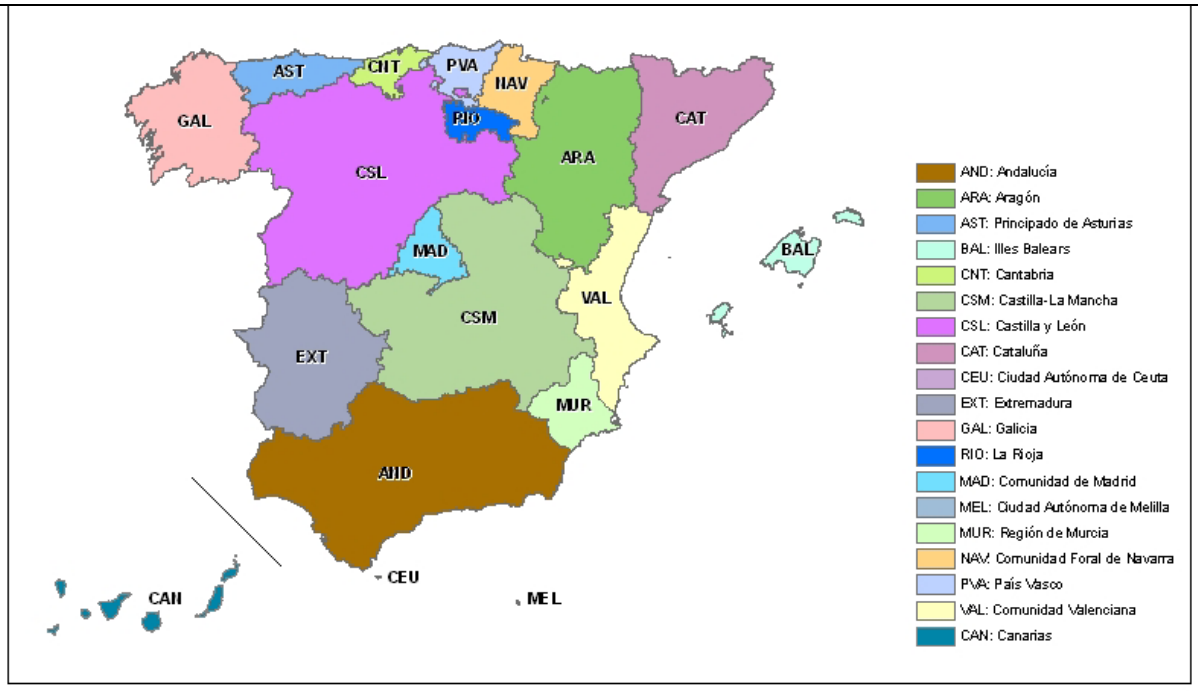
Para las unidades de tierra deforestadas la identificación procede sucesivamente, desde polígonos cartográficos de cruce CORINE-LANDCOVER con Mapa Forestal Español identificados como deforestados, ubicación de parcela en municipio/s afectados, municipios en provincia (NUTS 3), y provincias en comunidades autónomas (NUTS 2).

Para las áreas sometidas a gestión forestal se ha identificado desde la cartografía la superficie correspondiente a cada provincia (NUTS 3), y las provincias se encuadran en comunidades autónomas (NUTS 2).

Para las áreas sometidas a gestión de tierras agrícolas las superficies se han estimado por muestreo estratificado considerando las comunidades autónomas (NUTS 2) como la fuente de información para la presentación de resultados estadísticamente significativos.

Así, en todas las categorías de tierras a informar al Protocolo de Kioto, la base común de territorio georreferenciado es la comunidad autónoma (NUTS 2). En la figura 11.2.1 se muestra la división del territorio nacional en las áreas georreferenciadas que para informar al Protocolo de Kioto constituyen las comunidades autónomas.

Figura 11.2.1.- División de España por Comunidades Autónomas



11.3.- Información específica por actividades

En esta sección se presenta información sobre aspectos metodológicos, supuestos utilizados y otra información relevante tenida en cuenta para la estimación de los flujos de GEI de las actividades de LULUCF-PK. La información se completa después en las secciones 11.4 y 11.5 con información adicional sobre las actividades encuadradas respectivamente bajo los Artículos 3.3 y 3.4.

11.3.1.- Métodos para las estimaciones de los cambios en las existencias de carbono y de las emisiones y absorciones de los GEI

La metodología general para la estimación de los flujos GEI de las variaciones en los depósitos de carbono y de los flujos GEI en general de las actividades LULUCF ya fue presentada en las secciones 7.1 (aspectos generales) y 7.2 a 7.7 (aspectos específicos de cada categoría, 5A a 5F) del capítulo 7 de este informe.

Las especificidades que ahora se comentan en este epígrafe para las actividades LULUCF-PK tienen que ver esencialmente con los siguientes aspectos:

1) La prioridad entre las actividades del Artículo 3.3: i) deforestación y ii) forestación/reforestación.

2) Las actividades elegidas por España en virtud del Artículo 3.4: i) gestión forestal y ii) gestión de tierras agrícolas.

3) El requerimiento de que globalmente las actividades recogidas bajo los Artículos 3.3 y 3.4 no pueden reducir su superficie a efectos de información a PK.

4) El requerimiento de que las actividades reportadas en virtud del Artículo 3.4 no pueden perder superficie si ocurren conversiones a usos del suelo relacionados con un tipo de gestión que no haya sido elegido por España en relación al Artículo 3.4.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, la matriz que para LULUCF-Convenio se presentó en la tabla 7.1.4 del capítulo 7 queda transformada en la matriz LULUCF-PK que se muestra en la tabla 11.3.1 siguiente. Los cambios más significativos de esta última tabla de LULUCF-PK con relación a su homóloga de LULUCF-Convenio son los siguientes:

- Las celdas con etiqueta de notación NA-PK representan usos o cambios de uso que no son objeto de información a LULUCF-PK.

- Las celdas RE-CL hacen referencia a cambios de uso desde la clase tierras agrícolas (CL) a otras clases de uso como pastizal (GL) y otras tierras (OL) cuyos flujos de emisión de GEI deben ser reportados para informar a LULUCF-PK bajo la categoría CL.

Tabla 11.3.1.- Cobertura de la estimación de variaciones en los depósitos de carbono del sector LULUCF: Métodos, Variables de Actividad y Factores de Emisión

<table>
<tr><th></th><th></th><th colspan="3">FL</th><th colspan="3">CL</th><th colspan="3">GL</th><th colspan="3">WL</th><th colspan="3">SL</th><th colspan="3">OL</th></tr>
<tr><th></th><th></th><th>ME</th><th>VA</th><th>FE</th><th>ME</th><th>VA</th><th>FE</th><th>ME</th><th>VA</th><th>FE</th><th>ME</th><th>VA</th><th>FE</th><th>ME</th><th>VA</th><th>FE</th><th>ME</th><th>VA</th><th>FE</th></tr>
<tr><td rowspan="4">FL</td><td>AGB</td><td>T2</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td>T1, T2</td><td>NS</td><td>CS</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td></tr>
<tr><td>BGB</td><td>T2</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td colspan="3">NE (NM)</td></tr>
<tr><td>DOM</td><td colspan="3">NE (NF en NIR)</td><td colspan="3">NE</td></tr>
<tr><td>SOC</td><td colspan="3">NE (BN)</td><td colspan="3">NE (NM)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">CL</td><td>AGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td>T2</td><td>NS</td><td>CS</td><td colspan="3" rowspan="4">RE-CL</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">RE-CL</td><td colspan="3" rowspan="4">NE (NF)</td></tr>
<tr><td>BGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td>T2</td><td>NS</td><td>CS</td></tr>
<tr><td>DOM</td><td colspan="3">NE (NF en NIR)</td><td colspan="3">NE (BN)</td></tr>
<tr><td>SOC</td><td colspan="3">NE (BN)</td><td>T2</td><td>NS</td><td>D, CS</td></tr>
<tr><td rowspan="4">GL</td><td>AGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td></tr>
<tr><td>BGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D, CS</td></tr>
<tr><td>DOM</td><td colspan="3">NE (NF en NIR)</td></tr>
<tr><td>SOC</td><td colspan="3">NE (BN)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">WL</td><td>AGB</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td></tr>
<tr><td>BGB</td></tr>
<tr><td>DOM</td></tr>
<tr><td>SOC</td></tr>
<tr><td rowspan="4">SL</td><td>AGB</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td></tr>
<tr><td>BGB</td></tr>
<tr><td>DOM</td></tr>
<tr><td>SOC</td></tr>
<tr><td rowspan="4">OL</td><td>AGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td></tr>
<tr><td>BGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D</td></tr>
<tr><td>DOM</td><td colspan="3">NE (NF en NIR)</td></tr>
<tr><td>SOC</td><td colspan="3">NE (BN)</td></tr>
</table>

FL: Bosques; CL: Tierras agrícolas; GL: Pastizales; WL: Humedales; SL: Asentamientos; OL: Otras tierras
ME: Métodos; VA: Variables de actividad; FE: Factor de emisión
AGB: Biomasa viva aérea; BGB: Biomasa viva sostenible; DOM: Madera muerta y detritus; SOC: Carbono orgánico suelos
T1: Tier 1; T2: Tier 2; NS: Estadísticas Nacionales; CS: Específico de País; D: Valor por defecto IPCC; NE (NF): Argumentado en NIR como No Fuente; NE (BN): Se asume Balance Neutro; NE (NM): Método no adoptado por UNFCCC.
NA-PK: No es objeto de información a LULUCF-PK; RE-CL: Representan cambios de uso que deben ser informados a LULUCF-PK dentro de la clase gestión de tierras agrícolas (CL).

11.3.1.1.- Descripción de las metodologías y los supuestos utilizados

Forestación/reforestación y deforestación

Para los aspectos relacionados con la fertilización y el drenaje en tierras forestadas/reforestadas valen los comentarios que se realizan más abajo con respecto a las tierras bajo gestión forestal.

En la deforestación, cuyo destino según se ha informado es la conversión del uso forestal previo a asentamientos, no se ha estimado más pérdida de biomasa que la correspondiente a la biomasa aérea. No se considera que en el proceso de deforestación se recurra a la quema de la biomasa en el uso previo del suelo como práctica para el clareo del terreno que se convierte a asentamientos.

Gestión forestal

Una consideración relevante por su incidencia en la generación de eventuales emisiones de GEI a la que hay que hacer referencia al tratar de la gestión forestal en España es que, en la práctica, no se realizan actuaciones de fertilización ni drenaje en masas forestales, debido a que su uso no resulta económico. La constatación de este hecho, de que no se lleven a cabo estas actuaciones de fertilización y drenaje, implica lógicamente que no se consideren flujos de emisión de óxido nitroso (N_2O) que habitualmente vienen asociados a estas actividades. Así, al informar en LULUCF, tanto para Convenio, como para Protocolo de Kioto, la etiqueta de notación empleada con relación a las actividades de fertilización y drenaje es NO (No Ocurre).

En cuanto a la quema de biomasa se informa de la parte correspondiente a los incendios forestales, estimando para ellos emisiones de CH_4 y N_2O, como gases con efecto directo de calentamiento atmosférico, y de NO_X y CO como gases con efecto indirecto de calentamiento atmosférico. Los flujos de CO_2 asociados a la combustión de la biomasa en los incendios se notifican con la etiqueta IE (incluidos en otra actividad), por estar la emisión de CO_2 ya descontada del depósito de biomasa del bosque que permanece como bosque. En cuanto a las quemas controladas, utilizadas en la gestión forestal, debe decirse que se han ido reduciendo progresivamente ante la intensificación de las prácticas orientadas a la prevención de incendios, pero la ausencia de datos contrastados sobre la extensión de estas quemas ha impedido en esta edición del inventario realizar una estimación de las emisiones asociada a esta práctica.

Gestión de tierras agrícolas

Dentro de la gestión de tierras agrícolas se comentan los principales supuestos utilizados en la estimación de los flujos de GEI para: i) las transiciones entre cultivos herbáceos y leñosos, y ii) los procesos de gestión de suelo de cultivos leñosos.

- Cálculo del balance de emisiones en las transiciones entre cultivos herbáceos (incluido el barbecho) y leñosos

  Para este cálculo se empleó la serie disponible desde el año 2004 de matrices de cambio interanuales entre superficies agrícolas destinadas a cultivos herbáceos y cultivos leñosos, incluido el barbecho, por Comunidades Autónomas. Estas matrices recogen variaciones entre años consecutivos, pero no identifican, para años posteriores, si estas transiciones permanecen en el tiempo. Dado que se recurre al método GPG LULUCF 2003 de IPCC, se ha considerado que en la transición de cultivo leñoso a herbáceo todo el carbono contenido en la biomasa viva, de la cual se ha descontando la biomasa inicial que procedía del plantón en el momento de la plantación, se pierde en el año de la transición, lo que supone inferir también que todos los cultivos, en el momento de la transición, se encuentran ya en una etapa de madurez.

  En el caso de las transiciones de herbáceo a leñoso, es factible considerar que las superficies se mantendrán en el tiempo en esa localización[6], al menos hasta que el cultivo leñoso alcance la madurez, lo que se produciría al cabo del periodo de transición definido para cada tipo de cultivo. De forma que, para un año dado, las absorciones de carbono en la biomasa viva se calculan considerando la superficie total que cambió para el año del inventario, más las superficies que cambiaron en todos los años anteriores siempre y cuando se encuentren dentro del periodo de transición (p.e., 10 años para Otros Cultivos Leñosos).

  En relación al carbono orgánico del suelo (COS), cuando el cultivo cambia de leñoso a herbáceo y viceversa, se considera que las prácticas de gestión del suelo no se han modificado, y del mismo modo se procede con las transiciones de leñoso a tierras en barbecho. En consecuencia, en este tipo de transiciones se ha considerado que sólo se modifican los flujos de carbono asociados al depósito de biomasa viva. La no consideración de las variaciones de COS, pese a que es probable que se pudieran producir pérdidas o acumulaciones, se debe esencialmente al solapamiento que se produciría con las categorías que analizan las prácticas de gestión del suelo en cultivos leñosos, donde la información disponible cubre toda la superficie nacional.

- Prácticas de gestión del suelo en cultivos leñosos

  ESYRCE proporciona clasificaciones, para un año dado, de la superficie total dedicada a cada categoría de tipos de cultivos (barbecho, leñosos o herbáceo) en función de las prácticas de gestión del suelo que se dan. Pero no se dispone de información que acredite si estas prácticas se mantendrán en el tiempo.

  El carácter de estas prácticas (excluido el laboreo tradicional), relativamente novedoso respecto a las prácticas que se venían realizando en periodos anteriores, ha sido potenciado en gran medida por la PAC a través de la incorporación de criterios

[6] Este supuesto es coherente si se analizan los datos del Anuario de Estadística de Medio Ambiente, donde en general se detecta que, la superficie total nacional dedicada a cultivos leñosos ha permanecido razonablemente estable a lo largo del período (27.000 ha menos en 2008 que en 1990) en comparación con las de otros cultivos (en el mismo período la superficie agrícola disminuyó 1.200.000 ha).

medioambientales en la agricultura. Por lo tanto, se puede afirmar que en el año base 1990 la presencia de estas prácticas sobre el terreno era nula o testimonial.

Dado que no se dispone de información que permita determinar si las superficies mantienen las prácticas analizadas, se ha optado por un criterio conservador, por el cual sólo se consideran las absorciones / emisiones ligadas a estas prácticas para un año determinado. De forma que sólo se considera empleado para la estimación de emisiones y absorciones la clasificación hecha de las superficies agrícolas en función de las prácticas sobre el suelo para el año 2008. A lo largo del periodo de compromiso se escogerá para cada una de las prácticas analizadas la superficie menor, como forma de garantizar que las prácticas se mantienen en el tiempo.

11.3.1.2. Justificación de la omisión depósitos de carbono o flujos de gases de efecto invernadero con relación a las actividades sujetas al Art. 3 párrafos 3 y 4

Gestión forestal y forestación/reforestación

En la estimación de los flujos de gases de efecto invernadero en la actividad de *gestión forestal y forestación/reforestación* se han tenido en cuenta las variaciones de carbono en los depósitos (aéreo y subterráneo) de biomasa viva, que son los dominantes en la categoría bosque, pero no se han calculado tales flujos para los depósitos de madera muerta, detritus, y carbono orgánico del suelo.

En cuanto a la omisión del carbono orgánico del suelo se justifica de la siguiente manera: para los suelos del bosque que se mantiene como bosque (gestión forestal) se asume que están en balance neutro de carbono; para los suelos que se forestan a partir de tierras de cultivo y de otras tierras se asume asimismo que están en balance neutro o que incluso pueden constituir un sumidero; y para los suelos que se forestan a partir de pastizales pudiera considerarse que se encuentran en balance neutro, aunque en este caso este posicionamiento merece ser analizado con más información.

En lo que se refiere a los depósitos de madera muerta y detritus forestales del bosque la razón es que se puede razonar fundadamente, según se hace a continuación, que en España, y al menos en el periodo inventariado (1990-2008), 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 los 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 70s del pasado siglo a la actualidad, un crecimiento en superficie y un incremento en la densidad de biomasa arbórea.

ii) Las cortas de madera en el bosque gestionado se han mantenido prácticamente estables en el periodo inventariado 1990-2008.

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.

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, …, 2008) 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 CO_2. De hecho constituye un sumidero, aunque pendiente de cuantificar sus absorciones de carbono.

Seguidamente se presenta información que soporta las 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

La comparación de los resultados de existencias obtenidos de los sucesivos IFNs la biomasa acumulada en las superficies forestales arboladas es creciente comparando las existencias de los tres Inventarios Forestales Nacionales. 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.

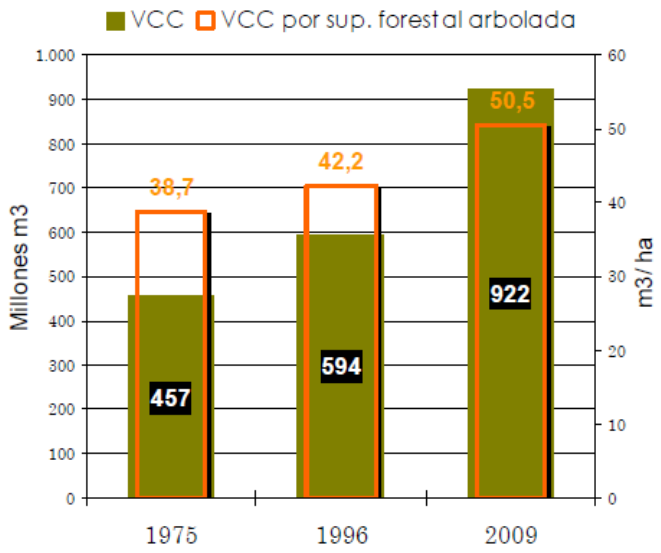
Evolución del volumen total y relativo a superficie forestal arbolada en España, periodo 1975-2009

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 también se observa que es creciente entre cada uno de los IFN.

Evolución del volumen total y relativo a superficie forestal arbolada en España, periodo 1975-2009



Fuente: IFN1, IFN2 e IFN3, MARM.

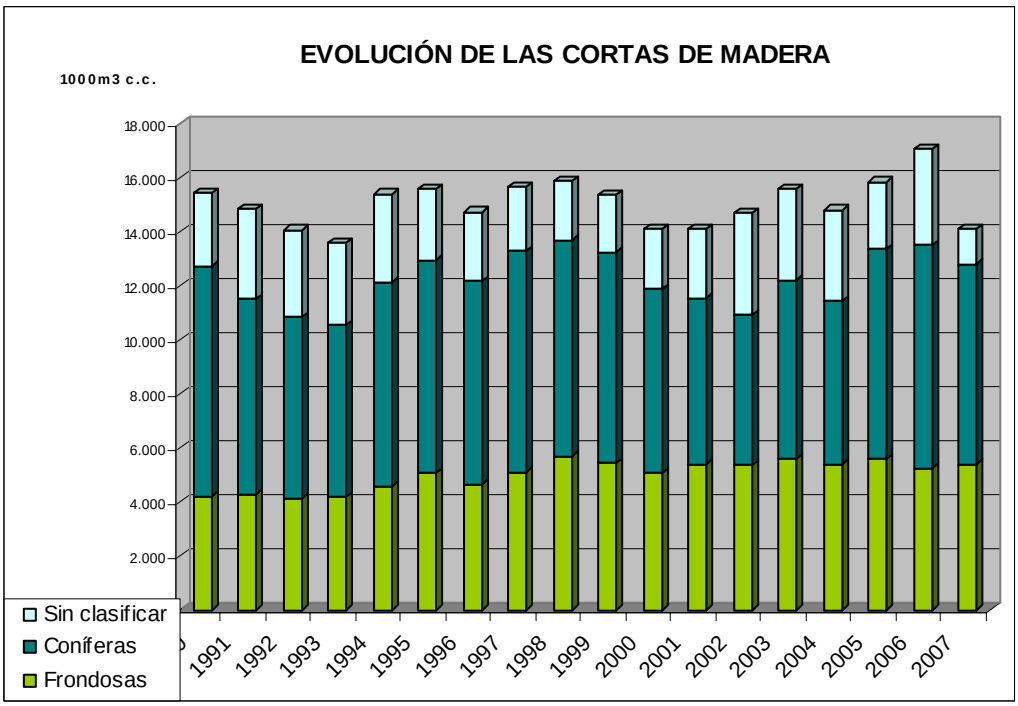
Apoyatura elemento ii)

Según los datos publicados en el Anuario de Estadísticas Forestales del año 2007, las cortas presentan variaciones anuales, pero estas variaciones 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 2007.

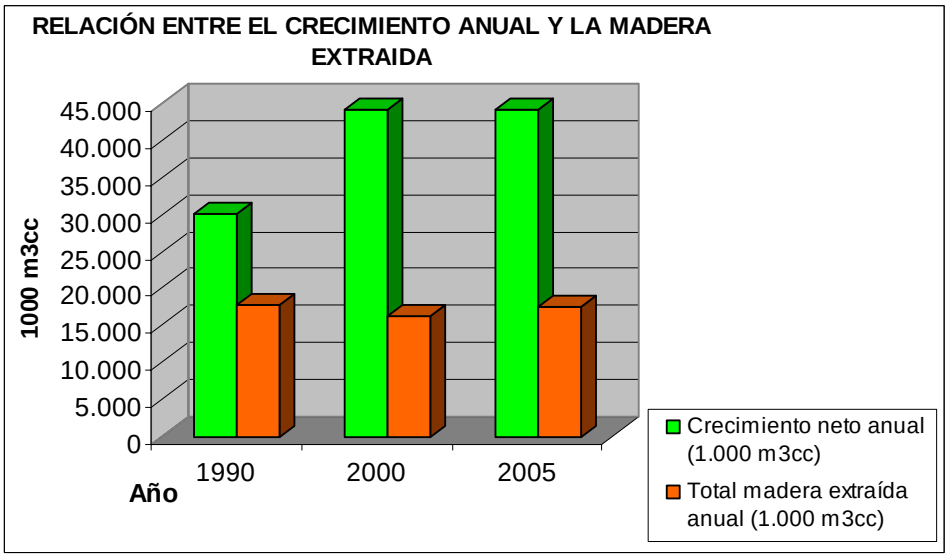
CORTAS DE MADERA				
AÑO	**Coníferas (miles de m3 con corteza)**	**Frondosas (miles de m3 con corteza)**	**Sin clasificar (miles de m3 con corteza)**	**TOTAL (miles de m3 con corteza)**
1990	8.517	4.229	2.714	15.460
1991	7.200	4.301	3.347	14.848
1992	6.711	4.142	3.221	14.074
1993	6.372	4.197	3.027	13.596
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

*: Valor obtenido a partir de las Cuentas Económicas de la Selvicultura



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 Anuario de Estadísticas Forestales de 2006, se analiza el Índice de Extracción, que representa el porcentaje de crecimiento que se corta cada año. Se analiza para los años 1990, 2000 y 2005, 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, hay que 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 son productivos, sino que se encamina, al menos en la zona de montañas atlánticas y en la mediterránea, a la conservación, apareciendo otros aprovechamientos que, como la caza, el corcho, el piñón, etc., 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 selvícolas 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 selvícolas.

Estas quemas de restos se han reducido en España, debido fundamentalmente a prácticas orientadas a la prevención de incendios, y se han sustituido en muchos casos por una eliminación de restos por trituración mediante mecanización con una incorporación posterior al suelo. Este tratamiento permite, además de reducir el riesgo de incendio, incorporar materia orgánica al suelo.

Gestión de tierras agrícolas

En relación a la información de madera muerta (en el caso de cultivos leñosos) y detritus, no se dispone actualmente de datos nacionales que permitieran la cuantificación de los mismos. Por otro lado, GBP-LULUCF 2003 de IPCC indica igualmente la escasez de estudios e información para estos depósitos, de forma que en el método por defecto que proporciona para tierras agrícolas no quedan contemplados.

En el caso del detritus, no debe obviarse que juega un importante papel en las aportaciones de carbono orgánico al suelo, tal y como reconoce GBP-LULUCF 2003 de IPCC en los métodos por defecto. En relación con el año 1990, la presencia de prácticas como la siembra directa, las cubiertas vegetales o el laboreo mínimo permite afirmar que ha aumentado el residuo o detritus que queda sobre la propia superficie de cultivo para que contribuya a la aportación de nutrientes al suelo, de forma que realmente se podría estar tratando de un sumidero que, no obstante, dada la escasez de información, obliga a la adopción de una posición conservadora en cuanto a su tratamiento.

Por otro lado, en las transiciones de un cultivo leñoso a un cultivo herbáceo o en las transiciones entre cultivos leñosos, habitualmente la biomasa radicular se deja en el terreno, lo que llevaría a que esta biomasa pasara al depósito de madera muerta. Si bien se disponen de datos de biomasa radicular, no obstante, no se dispone de tasas que caractericen las emisiones asociadas a este depósito debidas a la descomposición, o las tasa de transferencia al depósito de carbono orgánico del suelo, por lo que actualmente no se pueden estimar las variaciones en el mismo. En el momento de la transición entre cultivos tampoco toda la biomasa aérea se perdería, sino que una parte (especialmente en el caso de hojas y ramillas) también pasaría al depósito de detritus y madera muerta. Nuevamente, si bien sería posible valorar las entradas a estos depósitos no se dispone de información para valorar las salidas del mismo como emisiones a la atmósfera o como materia orgánica del suelo.

La postura adoptada por el momento es considerar que toda la biomasa viva se pierde como emisión en la transición, lo cual implica, bajo este planteamiento, que no se producen entradas a los depósitos de detritus o madera muerta. Este planteamiento lleva así a estimar más emisiones de las que realmente se producirían si se consideraran los depósitos de

detritus o de madera muerta, lo que se considera un criterio adecuado frente a las dudas que plantea la evaluación o métodos para contabilizar estos depósitos.

11.3.1.3.- Información sobre el descuento/no-descuento de los efectos indirectos y naturales en la estimación de las emisiones GEI

En la estimación de los flujos de gases de efecto invernadero de las actividades informadas bajo el Art. 3 párrafos 3 y 4, España NO ha descontado la contribución que a dichos flujos pudieran haber tenido tener los siguientes factores: i) la elevación de los niveles de concentración de CO_2 en la atmósfera con respecto al nivel de la época pre-industrial (año 1750); ii) la fertilización ocasionada por la deposición atmosférica de gases nitrogenados (particularmente NO_X); y iii) los efectos dinámicos de la estructura de edades de los árboles del bosque resultantes de actividades realizadas con anterioridad a 1990.

Para las actividades del Art. 3 párrafo 3, *forestación/reforestación y deforestación*, los efectos dinámicos de la estructura de edades de los árboles del bosque se asume que no son relevantes, considerando que esas actividades han tenido lugar a partir de 1990.

Para las actividades del Art. 3 párrafo 4 elegidas por España este aspecto fue abordado con la fijación de un techo[7] para la *gestión forestal* y con la introducción del criterio de contabilización neto-neto (flujos año corriente del PK menos flujo año 1990) para la *gestión de tierras agrícolas*. En lo que se refiere al aumento de las concentraciones de CO_2 y a la fertilización debida a la deposición atmosférica de gases nitrogenados, se hace notar que no existe todavía una metodología adoptada por el Convenio Marco sobre Cambio Climático para efectuar el descuento de la contribución de dichos factores a los flujos de gases de efecto invernadero de las actividades informadas bajo el Art. 3 párrafos 3 y 4. Esta ausencia de metodologías es la que en esencia motiva que no se haya realizado el descuento de la contribución de aquellos factores a los flujos de emisión considerados.

11.3.1.4.- Cambios en los datos y los métodos con relación a la edición anterior (recálculos)

España informa en 2010 por vez primera sobre las actividades LULUCF para el Protocolo de Kioto tomando como referencia el año 2008, primer año del periodo de compromiso de dicho protocolo, e incluyendo también una información sobre el año base 1990.

Al disponer sólo de información de los dos años mencionados no se puede presentar todavía la información de tendencias sobre una serie temporal para las actividades LULUCF-PK.

[7] El techo para España es de 0,67 millones de toneladas de carbono por año del periodo de compromiso del Protocolo de Kioto.

11.3.1.5.- Estimaciones de la incertidumbre

En este epígrafe se presenta la información sobre cuantificación de la incertidumbre sobre el nivel de las emisiones de las actividades para informar a LULUCF-PK. Dado que para estas actividades se estiman flujos para los años 1990 y 2008 no procede el análisis de tendencias y, por tanto, de cuantificación de la incertidumbre de dichas tendencias.

Conviene reseñar que la cuantificación de la incertidumbre que se presenta corresponde a la estimación de los flujos de emisiones y absorciones que resultan teniendo en cuenta la operatividad, en su caso, del techo que establece para LULUCF-PK la Decisión 16/CMP.1. En este sentido, la cuantificación de esta incertidumbre difiere de la que correspondería a los flujos de emisiones y absorciones reportados en la tabla 5(KP) del CRF Reporter, en la cual no se tiene en cuenta el techo (de 670 kt de sumidero de carbono para cada uno de los 5 años del periodo PK) que establece la citada Decisión. Adicionalmente, se ha considerado que, dentro de la gestión de tierras agrícolas, las prácticas especiales generadoras de flujos netos de CO_2 en esta actividad (transiciones entre cultivos herbáceos y leñosos y gestión de suelos de cultivos leñosos) no tenían lugar en el año 1990, por lo que se han estimado para dicho año como generadoras de flujos nulos y con una incertidumbre igual a cero.

Los resultados de la cuantificación de la incertidumbre para las categorías de LULUCF-PK se presentan en la tabla 11.3.2, para los años 1990 (parte A) y 2008 (parte B). La notación de columnas en ambas partes es la misma. Las columnas A y B determinan el cruce de categoría con gas, cruce al que hace referencia la información cuantitativa de las columnas siguientes. La columna C muestra el flujo de emisión (+) o de sumidero (-) correspondiente al año de referencia, expresado en términos de Gg CO_2-eq. La columna D muestra la contribución de cada categoría al nivel de emisiones (valor de 3.380 en el año 1990 y valor de 20.038 en el año 2008). La columna E muestra la contribución acumulada de las actividades en orden descendente al nivel de emisiones. Las columnas F a I muestran en % distintas cuantificaciones de la incertidumbre. En concreto, la columna F el valor de la incertidumbre atribuida a la variable de actividad, la columna G la atribuida al factor de emisión, la columna H la incertidumbre de la emisión estimada, y la columna I la contribución de cada categoría a la estimación de la incertidumbre del agregado.

En filas, además de la relación de categorías, aparecen las siguientes partidas:

- CO_2-eq neto, que recoge la suma algebraica de las emisiones/absorciones estimadas de las distintas partidas.

- CO_2-eq ajustado, que recoge la suma de los valores absolutos de las emisiones/absorciones de las distintas partidas.

- Incertidumbre, que recoge en la celda inferior derecha la cuantificación de la incertidumbre de las emisiones netas de LULUCF-PK.

Los comentarios más relevantes a la cuantificación de la incertidumbre en los años 1990 y 2008 son los siguientes:

- En los años 1990 y 2008, la categoría 5A1 viene determinada por el nivel del techo fijado en la Decisión 16/CMP.1, ya que este techo tiene un valor muy inferior a los sumideros del bosque que permanece como bosque y por tanto, al ser prácticamente seguro que prevalecerá el valor del techo sobre el valor del sumidero de carbono del bosque que permanece como bosque, se ha asociado una incertidumbre igual a cero a esta categoría y se ha reflejado como flujo el valor del techo (con el añadido de las emisiones de los incendios).

- En el año 1990 se muestran, como más influyentes en la incertidumbre, la categoría 5E2 que, sin embargo, en el año 2008 quedan englobadas en la partida de "otras categorías" con menor influencia en la incertidumbre.

- Las tierras convertidas a bosque (5A2) que tienen una incidencia sobre la incertidumbre relativamente reducida en el año 1990 pasan a la tercera posición en el año 2008 como consecuencia del incremento de la superficie forestada en el periodo 1990-2008.

- En el año 2008, las tierras convertidas a pastizales ocupan la segunda posición en su contribución a la incertidumbre y ello es consecuencia de la alta incertidumbre asociada al factor de emisión y al incremento de la superficie convertida a pastizal en el periodo 1990-2008.

- La mayor contribución a la incertidumbre en el año 2008 proviene de la categoría 5B1 en la que se combina, tanto la elevada incertidumbre de su factor de emisión, como el alto nivel de sumidero que origina esta actividad.

En la tabla 11.3.3 se presenta la síntesis de la cuantificación de la incertidumbre para los flujos GEI de LULUCF-PK. El rasgo más relevante es la elevación tan notable de la incertidumbre cuantificada que, recordando siempre que viene dada en términos de Tier 1, pasa de un 10,4% en el año 1990 a un 92,4% en el año 2008. Este valor tan elevado de la incertidumbre de 2008 es el reflejo de los valores muy altos de la incertidumbre de los factores de emisión y los niveles de flujo de emisiones/absorciones de las actividades 5B1 y 5C2.

Tabla 11.3.2.- Cálculo por categorías de la incertidumbre sobre el nivel de los flujos GEI de LULUCF-PK con el método IPCC Tier 1

A) Año 1990

A		B	C	D	E	F	G	H	I
Categorías claves (Año 1990)		**Gas**	**CO_2-eq neto Año 1990** (Gg CO_2-e)	**Contribución Nivel 1990** (%)	**Acumulado Nivel 1990** (%)	**Incertidumbre VA** (%)	**Incertidumbre FE** (%)	**Incertidumbre propagada** (%)	**Incertidumbre combinada** (% Neto 1990)
Código IPCC	**Descripción categoría**								
5A1	Bosques que permanecen bosques	CO_2	-2.647	78,3	78	0	0	0,0	0,0
5E2	Tierras convertidas en asentamientos	CO_2	300	8,9	87	10	66	67,0	8,4
5A2	Tierras convertidas a bosques	CO_2	-195	5,8	93	3	45	45,0	3,7
5A1	Bosques que permanecen bosques	CH_4&N_2O	190	5,6	99	18	47	50,3	4,0
***	Otras categorías	***	-47	1,4	100	100	100	141,4	2,8
CO_2-eq neto: suma algebraica de los valores de las partidas de la columna C			-2.339						
CO_2-eq ajustado: suma de los valores absolutos de las partidas de la columna C			3.380						
Incertidumbre							**En las emisiones netas:**		**10,4**

B) Año 2008

A		B	C	D	E	F	G	H	I
Categorías claves (Año 2008)		**Gas**	**CO_2-eq neto Año 2008** (Gg CO_2-e)	**Contribución Nivel 2008** (%)	**Acumulado Nivel 2008** (%)	**Incertidumbre VA** (%)	**Incertidumbre FE** (%)	**Incertidumbre propagada** (%)	**Incertidumbre combinada** (% Neto 2008)
Código IPCC	**Descripción categoría**								
5A2	Tierras convertidas a bosques	CO_2	-9.726	48,5	49	3	45	45,0	28,7
5B1	Tierras agrícolas que permanecen tierras agrícolas – Captaciones	CO_2	-4.547	22,7	71	3	270	270,0	80,5
5A1	Bosques que permanecen bosques	CO_2	-2.481	12,4	84	0	0	0,0	0,0
5B1	Tierras agrícolas que permanecen tierras agrícolas – Emisiones	CO_2	2.073	10,3	94	3	16	16,0	2,2
5C2	Tierras convertidas a pastizales	CO_2	-888	4,4	98	20	600	600,3	35,0
***	Otras categorías	***	324	1,6	100	100	100	141,4	3,0
CO_2-eq neto: suma algebraica de los valores de las partidas de la columna D			-15.245						
CO_2-eq ajustado: suma de los valores absolutos de las partidas de la columna D			20.038						
Incertidumbre							**En las emisiones netas:**		**92,4**

Tabla 11.3.3.- Síntesis del cálculo de la incertidumbre sobre el nivel de los flujos GEI de LULUCF-PK con el método IPCC Tier 1

Año	Valores absolutos (Gg CO_2-e) y Porcentajes				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%
Año 1990	-2.399	-2.647	10,4	-2.150	-10,4
Año 2008	-15.245	-29.337	92,4	-1.152	-92,4

11.3.1.6.- Información sobre otras cuestiones metodológicas

En esta edición, no se reporta aquí información adicional sobre cuestiones metodológicas.

11.3.1.7.- El año del inicio de una actividad, si ha ocurrido después de 2008

Dado que el inventario que se presenta se cierra al año de referencia 2008, no cabe reportar ninguna actividad a informar a LULUCF-PK que se haya iniciado con posterioridad al año 2008.

11.4.- Artículo 3.3

11.4.1.- Acreditación de que las actividades a informar en virtud de este Artículo tuvieron lugar entre el 1 de enero de 1990 y el 31 de diciembre de 2012, y que han sido directamente inducidas por el hombre

Forestación/reforestación

Como ya se ha comentado en el epígrafe 11.2.1 anterior la información sobre las tierras forestadas proviene de registros específicos que cubren las tierras agrícolas forestadas, con y sin subvención de la PAC, los pastizales y las otras tierras, usos todos ellos convertidos a bosque en transición. La información de todos estos registros que se ha recopilado para la estimación de esta actividad a informar bajo el Artículo 3.3 del Protocolo de Kioto corresponde a actuaciones desarrolladas a partir del año 1990 hasta el año 2008, y se evidencia claramente que han sido inducidas por el hombre según se refleja en los formularios de los registros de dichas actuaciones que se han presentado más arriba en los cuadros 11.2.1 y 11.2.2.

Deforestación

La información presentada sobre las tierras deforestadas a lo largo del periodo 1990-2008 procede de las explotaciones cartográficas de CORINE-LANDCOVER y Mapa Forestal Español.

Toda la tierra deforestada se ha convertido a la clase de uso de asentamientos y, por tanto, esta transformación se considera totalmente inducida por el hombre.

11.4.2.- Información sobre cómo se distingue de la deforestación la recolecta forestal y otros trastornos en bosques seguidos del restablecimiento de los mismos

De acuerdo con las especificaciones de GBP-LULUCF 2003 de IPCC, cuando en un área de bosque ocurre una pérdida de cubierta forestal pero no se produce un cambio en el uso del suelo, es decir, el área afectada se mantiene en el uso bosque, no se computa tal pérdida como deforestación. Sin embargo, en la GBP-LULUCF 2003 de IPCC, en su epígrafe 4.2.6.2.1, establece una serie de procedimientos para determinar eventualmente si tal recuperación de la cubierta forestal tiene lugar en un plazo razonable de tiempo, y qué sistema de seguimiento debe hacerse para decidir, transcurrido un tiempo razonable, si la regeneración ha tenido lugar o si la pérdida de cubierta es permanente y debe considerarse como un fenómeno de deforestación.

Con relación al punto anterior, debe tenerse en cuenta que en España, y con carácter general, no se considera la existencia de deforestación debido a las prácticas de gestión, incluidas las perturbaciones consecuencia de los incendios forestales, pues la pauta general es que el área afectada no va a cambiar de uso y va a recuperar su cubierta forestal, ya sea por actuaciones directas o por un proceso de regeneración natural. La constatación de este hecho se basa en los datos provisionales de las parcelas del Inventario Forestal Nacional (IFN) que, como ya se ha explicado anteriormente, tienen una periodicidad decenal cubriendo todo el territorio boscoso nacional (90.000 parcelas). Los resultados preliminares que se presentan corresponden al análisis de las parcelas revisitadas en zonas en las que ha habido incendios forestales y que conforman las tablas 517 de las publicaciones provinciales del IFN3.

Los datos de las citadas tablas 517 se basan en los estudios de regeneración de las parcelas del IFN3. En el levantamiento de las parcelas se mide, en el radio de 5 metros, toda la regeneración arbórea existente (pies de altura menor de 1,30 m. y 2,5 cm. de diámetro), clasificando los pies medidos, de manera objetiva, según se muestra en la tabla 11.4.1 siguiente.

Tabla 11.4.1.- Clasificación de la abundancia de regeneración en parcelas del IFN

i)	REGENERACIÓN PRESENTE EN LA PARCELA (PIES/PARCELA)	**ii)**	REGENERACIÓN PRESENTE EN LA PARCELA (PIES/HA)
iii)	De 1 a 4	**i)**	De 127 a 637
iv)	De 5 a 15	**ii)**	De 637 a 1.910
v)	Más de 15	**iii)**	Más de 1.910

En la tabla 11.4.2 se presentan los resultados para aquellas provincias en las que se han remedido parcelas incendiadas. En el resto de provincias, o bien no se han incluido parcelas en la muestra, o son provincias en las que la significación de los incendios es mucho menor que en el resto, debido a sus características climáticas, selvícolas, etc.

Tabla 11.4.2.- Porcentajes de regeneración en parcelas incendiadas. Fuente: IFN3

TABLA 517 IFN3				PORCENTAJES DE REGENERACIÓN DE LAS PARCELAS INCENDIADAS				
Código C.A.	**Comunidad Autónoma**	**Código provincia**	**Provincia**	**Año del inventario**	**Sin regeneración natural**	**De 127 a 637 plantas por hectárea**	**De 637 a 1910 plantas por hectárea**	**Más de 1910 plantas por hectárea**
11	**Galicia**	15	A Coruña	1997	18,18	22,73	40,91	18,18
		27	Lugo	1998	25,00	50,00		25,00
		32	Ourense	1998		37,50	25,00	37,50
		36	Pontevedra	1998	14,29	28,57	42,86	14,29
			GALICIA	**1998**				
12	**Principado de Asturias**	33	**ASTURIAS**	**1998**	**22**	**27,78**	**33,33**	**16,67**
13	**Cantabria**	39	**CANTABRIA**	**2000**	**16**	**47,37**	**26,32**	**10,53**
21	**País Vasco**	1	Arava	2005				
		20	Gipuzcoa	2005-2006				
		48	Bizkaia	2005				
			PAÍS VASCO	**2005**		**0,00**	**0,00**	**0,00**
22	**Comunidad Foral de Navarra**	31	**NAVARRA**	**1999**	**67**			**33,33**
23	**La Rioja**	26	**LA RIOJA**	**1999**				
24	**Aragón**	22	Huesca	2004				
		44	Teruel	2004-2005				
		50	Zaragoza	2004-2005				100,00
			ARAGÓN	**2004-2005**		**0,00**	**0,00**	
41	**Castilla y León**	5	Ávila	2002	3	58,62	34,48	3,45
		9	Burgos	2003			71,43	28,57
		24	León	2003	67		33,33	
		34	Palencia	2003				
		37	Salamanca	2002			33,33	66,67
		40	Segovia	2004				
		42	Soria	2004		40,00	60,00	
		47	Valladolid	2002				
		49	Zamora	2002				
			CASTILLA LEÓN	**2002-04**				
31	**Comunidad de Madrid**	28	**MADRID**	**2000**		**25,00**	**50,00**	**25,00**
42	**Castilla La Mancha**	2	Albacete	2004		35,29		64,71
		13	Ciudad Real	2004		25,00	75,00	
		16	Cuenca	2003		21,05	42,11	36,84
		19	Guadalajara	2003		50,00	50,00	
		45	Toledo	2004				100,00
			CASTILLA LA MANCHA	**2003-04**				

TABLA 517 IFN3				PORCENTAJES DE REGENERACIÓN DE LAS PARCELAS INCENDIADAS				
43	**Extremadura**	6	Badajoz	2001-02			100,00	
		10	Cáceres	2001	9	25,00	45,46	20,45
			EXTREMADURA	**2001**				

Tabla 11.4.2.- Porcentajes de regeneración en parcelas incendiadas. Fuente: IFN3 (Continuación)

TABLA 517 IFN3				PORCENTAJES DE REGENERACIÓN DE LAS PARCELAS INCENDIADAS				
Código C.A.	**Comunidad Autónoma**	**Código provincia**	**Provincia**	**Año del inventario**	**Sin regeneración natural**	**De 127 a 637 plantas por hectárea**	**De 637 a 1910 plantas por hectárea**	**Más de 1910 plantas por hectárea**
51	**Cataluña**	8	Barcelona	2000-01	3	14,53	41,88	41,03
		17	Girona	2001		50,00		50,00
		25	Lleida	2000-01	13	52,89	20,66	13,22
		43	Tarragona	2000		21,43	41,07	37,50
			CATALUÑA	**2000-01**				
52	**Comunidad Valenciana**	3	Alicante	2006		50	50	
		12	Castellón de la Plana	2005				
		46	Valencia	2006				
			COMUNIDAD VALENCIANA	**2006**				
53	**Islas Baleares**	7	**BALEARES**	**1999**		**18,18**	**36,36**	**45,46**
61	**Andalucía**	4	Almería	2007		100,00		
		11	Cádiz	2007		50	50	
		14	Córdoba	2006				
		18	Granada	2007		50	40	10
		21	Huelva					
		23	Jaén	2006	20	20	60	
		29	Málaga	2007		100		
		41	Sevilla					
			ANDALUCÍA					
62	**Región de Murcia**	30	**MURCIA**	**1999**	**4**	**14,00**	**80,00**	**2,00**
70	**Canarias**	35	Las Palmas	2002				
		38	Sta. Cruz de Tenerife	2002				
			CANARIAS	**2002**		**0,00**	**0,00**	**0,00**

A la luz de los resultados del análisis de estas tablas, se observa de forma general que, en las parcelas estudiadas, existe un alto grado de regeneración. La mayoría de las provincias analizadas presentan algún tipo de regeneración. De éstas, 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.

No obstante, para estudiar en profundidad la dinámica de la vegetación tras los incendios, se está estableciendo una nueva metodología. Se establecen varias líneas de trabajo:

- Por un lado, complementar los trabajos de campo del IFN, con la introducción de las variables adecuadas y específicas para obtener resultados más consistentes en los temas de regeneración tras incendio; entre ellas, se está estudiando la posibilidad de ampliar el radio de análisis a 10 metros, estudiar adaptaciones propias de las especies (como los conos serotinos de las coníferas), etc. De este estudio se obtendrán resultados provinciales de acuerdo a la periodicidad propia del IFN, por lo que se puede considerar un estudio, cuyos resultados se obtendrán a medio plazo.

- A corto plazo se procederá al cruce de cartografía de incendios con diferentes fechas de los mapas forestales para obtener una tasa de regeneración y estudiar la evolución de los usos de la tierra tras incendio.

- Además, se está realizando una actualización periódica de la cartografía forestal a escala nacional. Con esta actualización se obtendrá anualmente los principales cambios de uso de la cubierta forestal, distinguiendo los cambios producidos por plantaciones, incendios y dinámica natural de la vegetación.

Así pues, la superficie deforestada se limita a la ya informada por la transición de bosque a asentamientos según se ha identificado a partir de las explotaciones cartográficas de CORINE-LANDCOVER y Mapa Forestal Español.

11.4.3.- Información sobre la extensión y ubicación geográfica de suelos boscosos que han perdido cubierta forestal pero que todavía no han sido calificados como suelos deforestados

No se puede presentar en este momento una estimación precisa de la superficie que ha perdido masa forestal pero que no ha sido calificada como deforestada en función de que sobre ella se espera la recuperación de la cobertura forestal.

Conviene señalar, no obstante, que gran parte de esta superficie es la afectada por incendios forestales, cuya información se facilita en la tabla 7.2.9 del capítulo 7 de este informe, y que se encuentra incluida dentro de la superficie de bosque que se mantiene como bosque, de la que se informa en la tabla 7.2.3 del capítulo 7 de este informe.

11.5.- Artículo 3.4

11.5.1.- Acreditación de que las actividades consideradas en virtud de Artículo 3.4 han ocurrido desde el 1º de enero de 1990 y que han sido inducidas por el hombre

Gestión forestal

El cómputo de los flujos de carbono estimados para las actividades de gestión forestal corresponden a los años del periodo 1990-2008. En el cómputo de estos flujos a efectos del Protocolo de Kioto va a prevalecer la limitación del techo impuesto por Decisión 16/CMP.1, dado que la estimación de sumideros de carbono que en gestión forestal estima España sobrepasan con mucho a dicho techo. Así pues, es este techo el que “cualifica” la estimación de la cantidad que pudiera ser atribuida a origen humano, y la contabilización se realiza a partir del 1 de enero de 1990.

Gestión de tierras agrícolas

España se incorporó a la Política Agrícola Común a partir de su adhesión a la Unión Europea en el año 1986. Este hecho, de especial relevancia para la agricultura española, ha condicionado muchas de los cambios y transiciones que desde el año 1990 se han producido en las tierras agrícolas. Las normativas y programas orientados a regular la producción de determinados cultivos o limitar los excedentes, por ejemplo, se encuentran detrás de muchos de los cambios en los flujos de carbono para las tierras agrícolas.

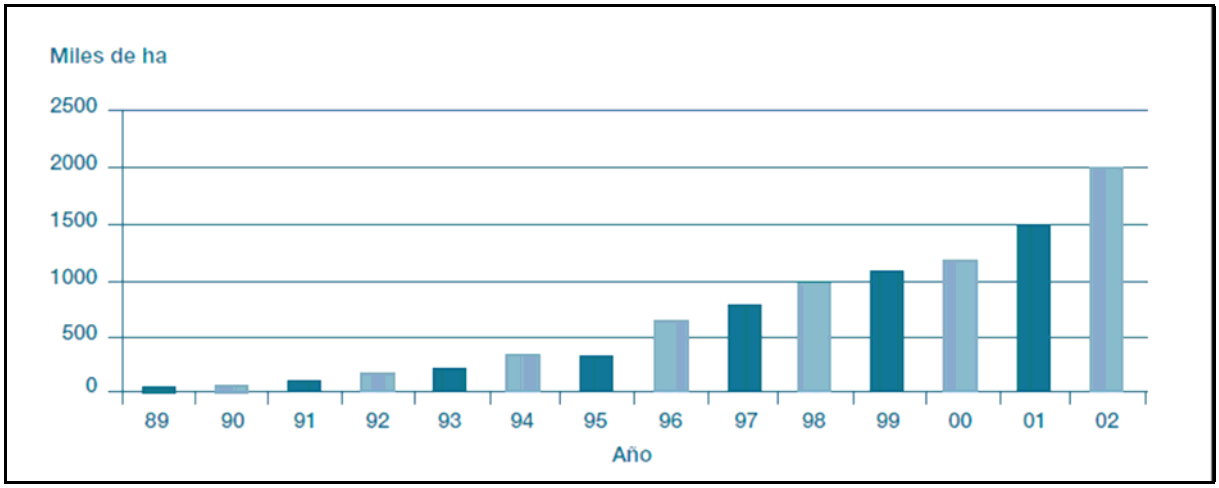
A partir del año 1990, la PAC ha incrementado las ayudas y/o exigencias de carácter medioambiental en el sector agropecuario, incorporando ya programas orientados directamente a la mitigación del cambio climático o a incrementar la capacidad de sumidero de los terrenos agrícolas. Entre estos programas orientados por citar algunos ejemplos, se encuentran los relativos a la agricultura ecológica o a la forestación de tierras agrícolas (actividad que es objeto de análisis a la hora de tratar la información relativa al párrafo 3.3. del Protocolo de Kioto).

La incorporación a la PAC, por otro lado, ha incrementado notablemente las necesidades de obtención de información tanto sobre las superficies agrícolas como sobre las prácticas que tienen lugar en el territorio. En este sentido, debe destacarse que los primeros anuarios de estadística agroalimentaria datan del año 1990, y con posterioridad, han venido apareciendo nuevas herramientas de seguimiento, como ESYRCE. Cada vez más, como se observa también en el Anuario de Estadística Medioambiental (AEM), la información orientada a caracterizar el desempeño medioambiental de la agricultura española se ha venido incorporando a estas fuentes de información.

Por todo lo anterior, se puede afirmar que la PAC es el principal elemento de gestión que ha instigado los cambios en los tipos de cultivo o en las prácticas agronómicas y que, por otro lado, más ha contribuido a disponer de información orientada al seguimiento general de las actividades agrícolas y, con mayor intensidad en los últimos años, a incorporar criterios medioambientales y potenciadores del papel que como sumidero de carbono puede desempeñar la agricultura española.

La información disponible sobre las prácticas de gestión del suelo que tenían lugar en tierras cultivadas en el año 1990 es escasa, limitándose a la proporcionada por la Asociación Española de Agricultura de Conservación Suelos Vivos (AESV). Esta Asociación maneja estimaciones sobre la implantación de diversas técnicas conservadoras del suelo u orientadas a mejorar el desempeño medioambiental de la agricultura que se remontan al año 1989 (véase figura 11.5.1).

Figura 11.5.1.- Estimación de la evolución de la superficie bajo agricultura de conservación en España. (Año 95. año de extrema sequía). La proporción en Siembra Directa sería de un 25%.



Fuente: AEAC/SV

Se realizaron consultas a esta asociación para obtener información sobre prácticas de gestión del suelo consideradas como más conservadoras del carbono orgánico (laboreo reducido, mínimo, no laboreo, cubiertas vegetales, etc.) en cultivos leñosos, la cual proporcionó estimaciones que especificaban que dichas prácticas eran inexistentes o prácticamente testimoniales en el año de base. En consecuencia, de acuerdo a las estimaciones de la Asociación Española de Agricultura de Conservación Suelos Vivos (AESV), la implantación de prácticas tales como el laboreo mínimo o reducido, el no laboreo o de distintos tipos de cubiertas protectoras en cultivos leñosos habría tenido lugar siempre con posterioridad al año 1990.

11.5.2.- Información acerca de la gestión de tierras agrícolas para el año base

En relación a las prácticas de gestión del suelo con incidencia en los flujos asociados al carbono orgánico del suelo, las fuentes principales de información (ESYRCE) fueron implantadas con posterioridad al año 1990 y no aportan información para dicho año. Tal y como se ha indicado, la principal fuente de información para poder determinar las prácticas de gestión del suelo que tenían lugar en el año 1990, puesto que no se dispone de datos oficiales, han sido las estimaciones proporcionadas por la Asociación Española de Agricultura de Conservación Suelos Vivos, la cual estimaba que en el año 1990 estas prácticas no tenían lugar en cultivos leñosos.

En el caso de la información sobre transiciones de cultivos, tampoco para el año 1990 se dispone de una información del AEM o de ESYRCE para dicho año (ambas fuentes de información proporcionan información posterior a dicho año) que indique el volumen de transiciones entre cultivos herbáceos y leñosos o entre cultivos leñosos. Puesto que con la información aportada por el AEM la superficie dedicada a cultivos leñosos ha permanecido prácticamente invariable entre los años 1990 y 2008 mientras que la de cultivos herbáceos

ha disminuido, es posible concluir que, en general, los cultivos leñosos tienen una mayor estabilidad en el tiempo y que en general el volumen de transiciones de cultivos herbáceos a leñosos ha debido ser mayor que las transiciones de leñosos a herbáceos. En consecuencia, es posible que las superficies de cultivos leñosos que se encuentren en transición a alcanzar la fase productiva y que se encuentren ganando biomasa sea mayor de la que realmente se considera en el presente inventario.

11.5.3.- Información acerca de la Gestión de Bosques

11.5.3.1.- Conformidad de la definición de bosque para esta categoría con la dada en la definición en el punto 11.1 más arriba

La determinación de la superficie de bosque sobre la que se realiza la gestión forestal viene determinada a lo largo de todo el periodo inventariado por la superficie de bosque que se mantiene como tal teniendo en cuenta sus tres parámetros definitorios (fracción de cabida cubierta, superficie mínima y altura mínima de los árboles) que fueron establecidos en el epígrafe 11.1.

La información sobre el parámetro de fracción de cabida cubierta ha sido controlada con la información del Mapa Forestal Español para los cruces con la cartografía CORINE-LANDCOVER en las categorías de la misma que se identifican como bosque. El parámetro de altura mínima se controla asimismo mediante la relación de categorías de CORINE-LANDCOVER que se identifican como bosque. La superficie mínima se ha controlado hasta el punto en que permite la resolución cartográfica de CORINE-LANDCOVER y Mapa Forestal Español.

Por su parte, la información sobre superficie mantenida en cada año en gestión forestal se deriva de la explotación cartográfica de CORINE-LANDCOVER y Mapa Forestal Español, teniendo en cuenta las salidas que de la misma se producen a lo largo del tiempo por el proceso de deforestación más arriba indicado (véase también Sistema de Ecuaciones 7.1.1 del capítulo 7 de este informe).

11.5.3.2.- La gestión forestal como sistema de prácticas para la custodia y buen uso del bosque con el fin de cumplir de forma sostenible en sus funciones, medioambiental, económico y social

España ha adoptado a efectos de informar al Protocolo de Kioto la definición en "sentido amplio" (en contraposición a la de "sentido estricto"[8]) según las definiciones previstas en el epígrafe 4.2.7.1 de la GBP-LULUCF 2003 de IPCC. En la definición de

[8] Aplicando la definición estricta un país consideraría todas las actividades realizadas a nivel de población (stand-level) y a nivel de paisaje (landscape-level), incluyendo localización geográfica de las mismas y verificando que han sido realizadas desde 1990. Estas actividades incluirían: i) las realizadas a nivel de población, como plantaciones, clareos, explotación y preparación del terreno, etc.; ii) las realizadas a nivel de paisaje, como la lucha contra incendios, protección contra plagas y enfermedades, etc.

sentido amplio, la elegida por España, el país considera el sistema de actuaciones o prácticas de gestión identificando una única superficie susceptible de aplicación de este conjunto de actividades. España ha elegido esta opción ya que es la que mejor se adapta a las características de su sistema de información forestal.

En este "sentido amplio", España integra en su gestión forestal todo el conjunto de actividades llevadas a cabo en el ámbito del terreno de uso forestal, cuya finalidad es la conservación, mejora y mantenimiento sostenible del bosque y su ecosistema a lo largo del tiempo. Así, la gestión forestal pretende fomentar la utilización de los productos y servicios derivados del bosque en un marco de sostenibilidad minimizando el impacto adverso que la explotación de los recursos forestales pudiere implicar respecto al mantenimiento de la biodiversidad del bosque como ecosistema.

Las acciones de gestión forestal varían en función de dos factores relevantes: el dominio ecológico en que se insertan y la finalidad potencial del proceso de gestión.

En lo que respecta al primero de los factores, dominio ecológico, pueden establecerse de forma genérica los cuatro ámbitos siguientes:

- Mediterránea
- Atlántica
- Alpina
- Macaronésica

en los que la estrategia y labores de gestión forestal a desarrollar serán en general diferentes. Estos ámbitos geográficos tienen una clara delimitación territorial en la Directiva Hábitats (92/43/CEE).

En lo que respecta al segundo de los factores, la finalidad potencial del proceso, los procedimientos de Gestión Forestal pueden dividirse *grosso modo* en:

- **Uso protector**: actividades cuyo fin principal es la conservación del recurso (protección de suelos, protección de biodiversidad, protección de la cubierta arbórea).
- **Uso productivo**: actividades que, teniendo como requisito ineludible el mantenimiento sostenible del recurso, buscan la renovación cíclica del mismo mediante actividades extractivas para uso de las diferentes materias primas. Se entiende el recurso en sentido amplio, incluyendo maderas, leñas, productos del sotobosque (setas, hongos), caza, etc.
- **Uso social**: actividades cuyo objetivo es la provisión de bienes no tangibles a la sociedad (mejora de la calidad del medio, fomento de la conservación, educación social y ambiental, uso y disfrute del entorno) y de medios tangibles (mantenimiento y fomento del uso de los productos derivados y del empleo inherente, tanto en los procesos de gestión y explotación directa, como en los de transformación derivados).

Por su propia naturaleza esta división es convencional, persiguiéndose mediante la gestión forestal los tres usos referidos, atribuyéndoles mayor o menor importancia en cada situación en particular presentando una multifuncionalidad.

La gestión forestal, de acuerdo a lo dicho anteriormente, no se debe ver sólo como una gestión del recurso bosque, sino con un concepto más amplio: cualquier recurso que se sustente en el bosque y cuya gestión derive, en definitiva, en una conservación, mantenimiento, mejora y acrecentamiento del bosque como soporte de estos recursos. En todo caso el fin principal de los procesos de gestión es la sostenibilidad, entendida tanto en su concepto espacial (persistencia de las masas existentes) como cualitativa y de contenido (coberturas, existencias, productividad, biodiversidad inherente).

Todo esto hace que, bien con el objeto principal de gestionar un recurso forestal, o porque se gestione otro recurso de los sustentados en el bosque, el resultado es que existe una gestión sostenible en toda la superficie del estado español, siendo la permanencia del bosque una consecuencia de esta gestión.

A continuación, se intenta demostrar cómo gracias a una gestión racional del recurso bosque éste permanece y va aumentando como consecuencia de esta gestión, por lo que sería válido para las tesis de elección del punto 3.4 del Protocolo de Kioto. Para ello se va a analizar los diferentes tipos de gestión al que está sometido el bosque, concluyendo que todo el bosque dentro del Estado Español está gestionado de una u otra manera y que, aunque el objetivo principal no sea el maderero, la conjunción de distintos objetivos hace que sea el bosque el que se encuentre favorecido por esas gestiones.

Esta gestión se enmarcará en un plan de gestión que según la finalidad potencial del recurso podrá atender a distintas formas de planificación:

A) Planificación forestal.

B) Planificación de Espacios Naturales Protegidos.

C) Planificación cinegética.

Como consideraciones generales, hay que tener en cuenta que el marco general de la política forestal designa a las Administraciones Autonómicas como las responsables y competentes en materia forestal de acuerdo con la Constitución española y los Estatutos de Autonomía, si bien la propia Ley Básica de Montes clarifica las funciones de la Administración General del Estado, y que básicamente son las de representación internacional y coordinación de las políticas forestales autonómicas, fundamentándolas en su caracterización de legislación básica en materia de montes y aprovechamientos forestales. Entre estas funciones destaca, para el tema que nos ocupa, la recopilación, elaboración y sistematización de la información forestal, para mantener y actualizar la Estadística Forestal Española. Por tanto, existen obligaciones de la Administración General del Estado para la recopilación de la información pero se da para el cumplimiento de esta función una importante dependencia respecto a las CCAA, ya que mucha de la información requerida proviene de fuentes como actos administrativos (autorizaciones, licencias, expedientes de gasto, etc.) existentes en las administraciones competentes de las diecisiete Comunidades autónomas. Por ello, la mayoría de la información forestal procede de las

Comunidades autónomas, y es recogida a nivel nacional por la Estadística Forestal Española.

A continuación se comentan brevemente los tres instrumentos anteriormente citados de planificación utilizados en la gestión forestal.

A) Planificación forestal propiamente dicha.

En cuanto a la planificación forestal pueden distinguirse las dos escalas siguientes:

A.1) Planificación a gran escala: nacional, autonómica, y comarcal.

A escala nacional, en España existe un marco planificador común establecido por Ley Básica de Montes 43/2003, modificada por la ley 10/2006, consistente en una Estrategia Forestal Española (Artículo 29 de la Ley 43/2003) que en su primera versión fue aprobada en el año 1999, un Plan Forestal Español aprobado en Consejo de Ministros en el año 2002 con un plazo de ejecución de 30 años y una revisión intermedia en el año 2012 tal como fija el artículo 30 de la ley de montes citada. El Plan Forestal de España es el instrumento planificador a largo plazo de la política forestal española, desarrolla la Estrategia Forestal Española. Asimismo, la planificación a gran escala se completa con los Planes Forestales autonómicos que se han aprobado por cada una de las Comunidades Autónomas. En el Anexo 2 se presenta la normativa, leyes forestales y planes forestales de las diferentes comunidades autónomas que han desarrollado una legislación al respecto. Los planes forestales autonómicos también constituyen una planificación a gran escala, pero al centrarse en una superficie más pequeña se pueden tener en cuenta las características propias de cada territorio regional (tanto físicas como socioeconómicas).

A.2) Planificación a escala monte o unidad de gestión forestal.

Además de la planificación a escala nacional, autonómica y comarcal, la gestión de los montes y otras unidades de gestión forestal se regula mediante Proyectos de Ordenación, Planes dasocráticos o Planes técnicos (dependiendo de las características del monte).

B) Planificación de Espacios Naturales Protegidos.

Además de la planificación propiamente forestal, existen en España otros instrumentos de plantificación territorial que afectan de manera directa a parte de la superficie forestal. Estos instrumentos de planificación son los que presiden la gestión en los Espacios Naturales Protegidos (ENP) y la Red Natura 2000. Los ENP son espacios que así son declarados por las distintas Comunidades autónomas en base a sus respectivas leyes de conservación. En estos espacios, declarados en virtud normalmente a alguna característica, bien de habitats o especies significativas, se realiza una gestión acorde con el mantenimiento y mejora de los mismos por lo que el bosque como tal se ve favorecido por esa gestión. Por otra parte la Red Natura 2000, estará gestionada por instrumentos análogos, aunque de momento no lo estén, pero aún así, la mera inclusión de un espacio en este tipo de protección salvaguarda los ecosistemas por los que se declaró y por tanto, gracias a esa medida, el bosque (en su caso) también se verá favorecido.

C) Planificación cinegética.

La actividad cinegética, especialmente la caza mayor, es a veces el único aprovechamiento de los bosques en gran parte del territorio español, especialmente en zonas de clima mediterráneo y con bosques de cupulíferas. En estas masas forestales, la gestión está totalmente supeditada a ese aprovechamiento, estando todas las acciones orientadas a mejorar las condiciones de habitabilidad de las especies cinegéticas.

Para que un terreno sea declarado como algunas de estas figuras de terrenos cinegéticos, ha de redactarse un Plan cinegético que será aprobado oficialmente por las CCAA. Los Planes cinegético regulan la actividad de la caza y constituyen, por tanto, otro instrumento de planificación y gestión del terreno forestal. Como se ha dicho, el que un terreno esté sometido a un plan de este significa que existen medidas y acciones encaminadas al fomento de las especies cinegéticas y por tanto, a la conservación de los ecosistemas donde estas habitan, que en el caso de los bosques serán estos los que de una manera indirecta se vean favorecidos por esas acciones.

En conjunto, la combinación todos estos instrumentos de planificación de la gestión forestal permiten asegurar que en España toda la superficie forestal se encuentra gestionada y que los objetivos de la misma son coherentes con los referidos en el Artículo 3, párrafo 4, del Protocolo de Kioto para la gestión forestal.

11.6.- Otra información

11.6.1.- Análisis de categoría clave para las actividades del Artículo 3.3 y las actividades elegidas en virtud del Artículo 3.4

La identificación de categorías clave para el sector LULUCF (Convenio y Protocolo de Kioto) se ha realizado con el enfoque de Nivel 2 (Tier 2) que integra las ponderaciones de los flujos de emisión y absorción de las categorías de uso y cambios de uso del suelo con las incertidumbres asociadas a las mismas.

La información general sobre el procedimiento y resultados de la estimación de la incertidumbre para todas las categorías del inventario se muestra en el Anexo 7. Los resultados sobre las categorías clave se muestran en el Anexo 1.

En las tabla 11.6.1 se presenta (para los años 1990 y 2008) la relación de categorías clave identificadas en el sector LULUCF para la información requerida por el Protocolo de Kioto.

Tabla 11.6.1.- Identificación de categorías clave del sector LULUCF para Protocolo de Kioto

a) Año 2008

Categorías clave de fuentes y sumideros	Gas	Criterios utilizados para la identificación de las categorías clave			Comentarios
		La categoría asociada en el inventario para el Convenio es clave	La contribución de la categoría es mayor que la de la categoría con menor contribución del inventario para el Convenio (inc. LULUCF)	Otros	
Categorías					
1990					
Gestión forestal	CO2	Bosque que permanece como bosque	Sí		
Forestación / Reforestación	CO2	Conversión a bosque	Sí		
2008					
Gestión forestal	CO_2	Bosque que permanece como bosque	Sí		
Forestación / Reforestación	CO_2	Conversión a bosque	Sí		
Gestión de tierras agrícolas	CO_2	Tierras agrícolas que permanecen como tales	Sí		
Conversión de tierras agrícolas a pastizales (carbono orgánico del suelo)	CO_2	Conversión a pastizal	Sí		

11.7.- Información relativa al Artículo 6

España no ha desarrollado en el periodo inventariado proyectos a los que hace referencia el Artículo 6.

12.- INFORMACIÓN RELATIVA A LA CONTABILIDAD DE UNIDADES DEL PROTOCOLO DE KIOTO

12.1.- Introducción y antecedentes

El presente capítulo recoge información suplementaria a la presentada en el Informe Nacional de Inventario (NIR, por sus siglas en inglés) presentado por España.

Esta información suplementaria se remite en cumplimiento de lo establecido en la Decisión 15/CMP.1 Anexo I (información suplementaria requerida bajo el artículo 7.1 del Protocolo de Kioto), en lo que se refiere a información relativa a la contabilidad de las unidades del Protocolo de Kioto.

La información se presenta siguiendo una estructura común acordada en el marco del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (RSA Forum, en inglés) y transmitida a los RSA a través de los documentos "*SIAR Reporting requirements for registries v2.7*" y "*SIAR Reporting guidance for registries v2.7*", que se han utilizado como orientación

Para la presentación de la información se han tenido en cuenta las recomendaciones acordadas en el marco del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (RSA Forum, en inglés) y transmitida a los RSA a través de los documentos "*SIAR Reporting requirements for registries v2.7*" y "*SIAR Reporting guidance for registries v2.7*", que incluyen indicaciones sobre el contenido de la información o su presentación bajo una estructura común, acorde con los requisitos recogidos en las Decisiones relevantes (13/CMP.1, 14/CMP.1, 15/CMP.1).

Asimismo, se ha utilizado como orientación, para la ordenación de la información y su integración dentro del Informe Nacional de Inventario, el documento *"Annotated outline of the National Inventory Report including reporting elements under the Kyoto Protocol"* facilitado por la Secretaría de la Convención Marco sobre Cambio Climático.

En el presente capítulo se hace referencia al formulario electrónico estándar para la presentación de información sobre las unidades del Protocolo de Kioto (SEF, por sus siglas en inglés), aunque no se incluye como parte de él, sino que se remite como informe aparte, presentado oficialmente por España a través del portal "UNFCCC submission portal" bajo el tipo de comunicación "Submission type: SEF".

12.2.- Información presentada a través de las tablas SEF

Formulario electrónico estándar (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 11)

El formulario electrónico estándar SEF presenta oficialmente por España con a través del portal "UNFCCC submission portal" bajo el tipo de comunicación "Submission type: SEF", con el formato y contenido establecidos en la Decisión 14/CMP.1.

La denominación del fichero es del tipo “SEF_ES_2010_v_hh-mm-ss dd-mm-aaaa.xls” (con “v” por “versión”, hh-mm-ss” y “dd-mm-aaaa” hora exacta y fecha de bloqueo del fichero).

Para su elaboración se ha utilizado la herramienta “SEF application version 1.2” facilitada a través del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (RSA Forum) y se han seguido las indicaciones del documento “SIAR Reporting requirements for registries v2.7”. Corresponde con el informe denominado “R-1” en dicho documento.

12.3.- Discrepancias y notificaciones

12.3.1.- Información sobre transacciones discrepantes (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 12)

Junto con el presente documento se remite un listado de las discrepancias (según párrafo 42 del Anexo de la Decisión 13/CMP.1) ocurridas en las transacciones propuestas por el registro nacional español durante el año 2009.

Este listado se presenta en formato Excel en un fichero con la denominación “SIAR Reports 2010-ES v1.0.xls” que incluye como hojas otra serie de listados (R-2 a R-5).

Para su elaboración se ha seguido las indicaciones del documento “SIAR Reporting requirements for registries v2.7” y “Reporting Guidance. Corresponde con el informe denominado “R-2” en dicho documento.

12.3.2.- Información sobre notificaciones recibidas del MDL (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 13-14)

Junto con el presente documento se remite un listado de las notificaciones del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) recibidas por el registro nacional español durante el año 2009.

Este listado se presenta en formato Excel en un fichero con la denominación “SIAR Reports 2010-ES v1.0.xls” que incluye como hojas otra serie de listados (R-2 a R-5).

Para su elaboración se ha seguido las indicaciones del documento “SIAR Reporting requirements for registries v2.7” y “Reporting Guidance. Corresponde con el informe denominado “R-3” en dicho documento.

Según puede verse en este informe, el registro nacional español no ha recibido durante el año 2009 ningunas de las siguientes notificaciones del MDL:

- Notificaciones en las que se haya exigido que se sustituyan RCEl por inversión de las absorciones (notificaciones según párrafo 49 del anexo a la Decisión 5/CMP.1). Notificaciones del tipo “reversal of storage for CDM project”

- Notificaciones en las que se haya exigido que se sustituyan RCEl por no facilitar el informe de certificación (notificaciones según párrafo 50 del anexo a la Decisión 5/CMP.1). Notificaciones del tipo “non-submission of certification report for CDM project”.

12.3.3.- Información sobre casos de no sustitución (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 15)

Junto con el presente documento se remite un listado de los casos de no sustitución en atención a las notificaciones del MDL ocurridos en el registro nacional español durante el año 2009.

Este listado se presenta en formato Excel en un fichero con la denominación “SIAR Reports 2010-ES v1.0.xls” que incluye como hojas otra serie de listados (R-2 a R-5).

Para su elaboración se ha seguido las indicaciones del documento “SIAR Reporting requirements for registries v2.7” y “Reporting Guidance. Corresponde con el informe denominado “R-4” en dicho documento.

Según puede verse en este informe, el registro nacional español durante el año 2009 no ha desatendido el requisito de reemplazar derivado de las notificaciones del MDL (no sustitución según párrafo 56 del anexo a la Decisión 5/CMP.1).

12.3.4.- Información sobre unidades que no se puedan utilizar para cumplir los compromisos (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 16)

Junto con el presente documento se remite un listado de las unidades que tiene el registro nacional al final del año 2008 que no se pueden utilizar para cumplir los compromisos del artículo 3.1 del Protocolo de Kioto, en virtud del párrafo 43.b del Anexo de la Decisión 13/CMP.1.

Este listado se presenta en formato Excel en un fichero con la denominación “SIAR Reports 2010-ES v1.0.xls” que incluye como hojas otra serie de listados (R-2 a R-5).

Para su elaboración se ha seguido las indicaciones del documento “SIAR Reporting requirements for registries v2.7” y “Reporting Guidance. Corresponde con el informe denominado “R-5” en dicho documento.

Según puede verse en este informe, todas las unidades en el registro nacional español al final del 2009 son válidas para su utilización para cumplir los compromisos del artículo 3.1 del Protocolo de Kioto.

12.3.5.- Medidas tomadas para corregir los problemas que puedan haber causado una discrepancia (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 17)

Durante 2009 no se han producido en el registro nacional español cuestiones de aplicación anteriormente constatadas en relación con las transacciones.

12.4.- Información accesible al público

En el ámbito de la Comunidad Europea, la información que los registros deben hacer pública está recogida en el Anexo XVI del Reglamento (CE) nº 2216/2004 de la Comisión, de 21 de diciembre de 2004 relativo a un sistema normalizado y garantizado de registros de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y la Decisión no. 280/2004/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

En este sentido, y durante el año 2009, se han llevado a cabo importantes inversiones en desarrollo encaminadas a mejorar la disponibilidad de información accesible al público en el registro nacional a través de su interfaz de usuario.

Estos desarrollos se han concentrado principalmente en reorganizar y centralizar información ya disponible con anterioridad, para hacerla más fácilmente accesible al público, y más exhaustiva.

Se trata de diversas funcionalidades e informes ad-hoc accesibles a través de la sección *"información pública"* de la zona pública de la dirección de Internet del registro nacional español "RENADE"[1], www.renade.es.

Mediante esta información se atienden las obligaciones de información accesible al público tanto en el ámbito comunitario (Anexo XVI del reglamento CE/2216/2004) como en el ámbito del Protocolo de Kioto (Anexo II.E de la Decisión 13/CMP.1).

El cuadro 12.4.1 siguiente muestra la estructura resultante centralizadora de esta información en el área pública de la web de RENADE y la cobertura de los requerimientos:

[1] RENADE: acrónimo de Registro Nacional de Derechos de Emisión

Cuadro 12.4.1.- Información accesible al público de la web de RENADE

Acceso en Página inicio	Desplegable nivel 1	Desplegable nivel 2	Ítems Reg EC 2216/2004 (modificado por EC 916/2007)	Ítems 13/CMP.1
Información pública	Informes de aplicación	Balance por instalación	4(a), 4(b), 4(c)	-
		Otros informes disponibles: Balance global sectorial	-	-
	Tarifas	Orden Ministerial de tarifas	4ter	-
	Información sobre cuentas	Listado de cuentas de instalación (incluye una ficha por cada cuenta)	2(a) a 2c 3(a) a 3(e) 4(a) a 4(d)	45(a) a 45(e)
		Listado de cuentas de persona (incluye una ficha por cada cuenta)	2(a) a 2c	45(a) a 45(e)
		Matriz autorización de tenencia de tipos de unidades	8	48
	Plan Nacional de Asignación	Decisión de la Comisión Europea	4bis	-
		Cantidad de RCEs & ERUs autorizados en la entrega	9	-
	Reserva período de compromiso	Ficha con cálculo de la reserva de período de compromiso e indicadores de cumplimiento	10	-
	Información sobre haberes y transacciones [1]	Tablas SEF (con comentarios explicativos)	7(a) a 7(m)	47(a) a 47(l)
	Proyectos aplicación conjunta (Artículo 6) [2]	Listado proyectos	6(a) a 6(c)	46(a) a 46(d)
		Documentación de cada proyectos	6(e)	46(e)
	Reserva período de compromiso	Pantalla sobre reserva de período de compromiso con indicadores de referencia	10	-

[1]: Los haberes de cada cuenta individualmente, y la identidad de cada cuenta individual de origen y destino en las transacciones, sólo se harán públicos en el año X+5, pues así lo exige la normativa comunitaria de aplicación (Reglamento CE nº 2216/2004)

[2]: En el caso de que no se haya llevado a cabo la expedición de unidades tipo URE en el registro nacional no existe información relativa a proyectos del Artículo 6 que pueda hacerse pública, y en ese caso se muestra la pantalla la siguiente declaración:

PROYECTOS

Última actualización: 2010-03-05

No disponible al no haberse expedido ERUs por parte del Gobierno de España en el momento de la última actualización.

Menú de información accesible al público en RENADE

Fuente: www.renade.es

12.5.- Cálculo de la reserva para el período de compromiso (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 18)

Conforme a lo establecido en las Decisiones 11/CMP.1 párrafo 6 y 18/CP.7 párrafo 6, la reserva para el período de compromiso que cada Parte del anexo I mantendrá en su registro nacional no deberá bajar del 90% de la cantidad atribuida de la Parte, calculada con arreglo a los párrafos 7 y 8 del artículo 3 del Protocolo de Kyoto, o el 100% de cinco veces la cantidad correspondiente al inventario más reciente que se haya examinado, si esta segunda cantidad es menor.

Según esto, y dado que el inventario más reciente que se ha examinado es el presentado por España en 2009, correspondiente a las emisiones de gases de efecto de invernadero de 2007:

- El 90% de la cantidad atribuida (1.666.195.929 toneladas CO_2 eq) resulta ser 1.499.576.336 toneladas CO_2 eq.

- Las emisiones correspondientes al inventario examinado más reciente (Informe Nacional de Inventario de 2009) son 442.321'56 Gg CO_2 eq (documento

FCCC/ARR/2009/ESP Table 1, en estado “unedited version” en el momento de redactar este capítulo del Informe Nacional de Inventario de 2010), que multiplicadas por cinco resultan 2.211.607’8 Gg CO_2 eq.

El valor de la reserva para el período de compromiso es el menor de estos dos valores, por tanto 1.499.576.336 toneladas CO_2 eq.

La reserva para el período de compromiso no ha cambiado respecto a la revisión del informe inicial de España (documento FCCC/IRR/207/ESP, párrafos 113 a 115), pues se basa en la cantidad asignada, y no en el inventario examinado más reciente.

13.- INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL SISTEMA ESPAÑOL DE INVENTARIO (SEI)

En este capítulo se presenta, de acuerdo con lo requerido en el párrafo 21 del Anexo de la Decisión 15/CMP.1, la relación de cambios introducidos en el SEI en el último año. Los cambios han sido los siguientes:

1) Creación de la Unidad de Información Ambiental Estratégica como unidad operacional para el desarrollo de las tareas del SEI dentro de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (DGCEA), siendo esta última la Autoridad Nacional del SEI.

2) Desarrollo del acuerdo de Comisión Delegada del Gobierno para Asunto Económicos sobre mecanismos de obtención de información para la aplicación del SEI. De conformidad con los siguientes acuerdos de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos de 8 de febrero de 2007:

   - *Acuerdo por el que se establecen los mecanismos de obtención de información para la aplicación en España del Sistema de Inventario Nacional de Contaminantes a la Atmósfera y,*

   - *Acuerdo por el que se establecen los plazos y procedimientos para la elaboración de las proyecciones de contaminantes a la atmósfera.*

   los Organismos y Departamentos Ministeriales implicados han designado **uno o más puntos focales** a modo de interlocutores con la DGCEA para una mejor aplicación de los controles de calidad exigidos por el SEI y una colaboración más fluida y coordinada en el intercambio de información. Para facilitar la operatividad y coordinación en estas tareas se celebró, en abril de 2009, una reunión que tuvo como resultado la **constitución de los grupos de trabajo** y contó con la participación de los puntos focales designados. En la presente edición del Inventario se ha extendido el número de puntos focales designados en relación a los existentes en la edición anterior y se ha actualizado correspondientemente el fichero de “Peticiones institucionales”.

3) Extensión del sistema de recogida, tratamiento y presentación de la información del NIR y de las tablas CRF para dar cabida a la información complementaria requerida para el Protocolo de Kioto.

4) Actualización de las entidades con las que el SEI ha suscrito convenios de colaboración: SENASA (Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica S.A.). Las tareas a realizar por SENASA se concretarán en el apoyo técnico a la DGCEA en la modelización de emisiones, elaboración de inventarios e integración del modelo y datos del sector aéreo en la base de datos general del Inventario.

14.- INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL REGISTRO NACIONAL Y OTRA INFORMACIÓN RELATIVA AL REGISTRO NACIONAL

14.1.- Introducción y antecedentes

El presente capítulo recoge información suplementaria a la presentada en el Informe Nacional de Inventario (NIR, por sus siglas en inglés) presentado por España.

Esta información suplementaria se remite en cumplimiento de lo establecido en la Decisión 15/CMP.1 Anexo I (información suplementaria requerida bajo el artículo 7.1 del Protocolo de Kioto), en lo que se refiere a información relativa al Registro Nacional.

La información se presenta siguiendo una estructura común acordada en el marco del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (RSA Forum, en inglés) y transmitida a los RSA a través de los documentos "*SIAR Reporting requirements for registries v2.7*" y "*SIAR Reporting guidance for registrires v2.7*", que se han utilizado como orientación

Para la presentación de la información se han tenido en cuenta las recomendaciones acordadas en el marco del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (RSA Forum, en inglés) y transmitida a los RSA a través de los documentos "*SIAR Reporting requirements for registries v2.7*" y "*SIAR Reporting guidance for registrires v2.7*", que incluyen indicaciones sobre el contenido de la información o su presentación bajo una estructura común, acorde con los requisitos recogidos en las Decisiones relevantes (13/CMP.1, 14/CMP.1, 15/CMP.1).

Asimismo, se ha utilizado como orientación, para la ordenación de la información y su integración dentro del Informe Nacional de Inventario, el documento *"Annotated outline of the National Inventory Report including reporting elements under the Kyoto Protocol"* facilitado por la Secretaría de la Convención Marco sobre Cambio Climático.

En el presente capítulo se hace referencia al formulario electrónico estándar para la presentación de información sobre las unidades del Protocolo de Kioto (SEF, por sus siglas en inglés), aunque no se incluye como parte de él, sino que se remite como informe aparte, presentado oficialmente por España a través del portal "UNFCCC submission portal" bajo el tipo de comunicación "Submission type: SEF".

14.2.- Información sobre cambios en el Registro Nacional

14.2.1.- Cambios en la información de contacto del administrador del registro (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.a)

En el siguiente cuadro 14.2.1 se actualizan los datos de contacto de las personas responsables de la administración y gestión del registro respecto a los presentados en el Informe Nacional de Inventario de 2009.

Cuadro 14.2.1.- Actualización de los datos de contacto de las personas responsables de la administración y gestión del registro respecto a los presentados en el Informe Nacional de Inventario de 2009

Autoridad pública competente en la administración del registro	D.G. de la Oficina Española de Cambio Climático Ministerio de Medio Ambiente
Persona de contacto principal	Ignacio Sánchez Subdirección General de comercio de emisiones y mecanismos de flexibilidad Alcalá, 92. 28009 Madrid Teléfono: +34.91.436.15.36 Fax: +34.91.436.15.27 Email: iasanchez@mma.es
Persona de contacto alternativa	Pablo de Castro Subdirección General de comercio de emisiones y mecanismos de flexibilidad Alcalá, 92. 28009 Madrid Teléfono: +34.91.436.15.36 Fax: +34.91.436.15.27 Email: pcastro@mma.es
Llevanza del Registro	Sociedad de Gestión de los Sistemas de Registro, Compensación y Liquidación de Valores, S.A. (IBERCLEAR)
Persona de contacto	Carlos Collar RENADE Tramontana, 2 Bis. 28230 Las Rozas Teléfono: +34.91.709.52.28 Fax: +34.709.52.50 Email: carlos.collar@iberclear.es
Persona de contacto	Francisco Javier Cardona RENADE Tramontana, 2 Bis. 28230 Las Rozas Teléfono: +34.91.709.52.27 Fax: +34.709.52.50 Email: fj.cardona@iberclear.es

14.2.2.- Cambios en la información de colaboración con otras Partes (sistemas unificados) (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.b)

No se han producido cambios en la información de colaboración con otras Partes (sistemas unificados) en el registro nacional español respecto a la información presentada con anterioridad.

España no mantiene su registro nacional de manera unificada con ninguna otra Parte.

14.2.3.- Cambios en la estructura o capacidad de la base de datos del Regisrto Nacional (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.c)

No han ocurrido cambios significativos en la estructura de la base de datos del registro nacional español ni en la capacidad de su base de datos.

14.2.4.- Cambios de la manera en que el Registro Nacional cumple las normas técnicas para el intercambio de datos (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.d)

Según se anticipaba en el Informe Inicial, el registro nacional español completó satisfactoriamente en octubre de 2008 el proceso de conexión con el Diario Internacional de las Transacciones (ITL), llevándose a cabo en este proceso los tres tipos de pruebas previstos: preparación, conectividad, y operación, reorganizándose asimismo los diferentes entornos disponibles de cara a su plena conectividad.

La versión del software CR ("Community Registry") desarrollado por la Comisión europea y utilizado por el registro nacional español, sometida al proceso de conexión con el ITL e instalada en el entorno de producción a raíz de dicha conexión, así como las versiones posteriormente instaladas del mencionado software CR (3.0 y 3.2), cumplen las normas técnicas para el intercambio de datos (DES, por sus siglas en inglés) especificados para el funcionamiento de los registros en el contexto del Protocolo de Kioto.

A través del cumplimiento de las especificaciones contenidas en el DES se garantiza el cumplimiento de las normas técnicas de intercambio de datos. Asimismo, los formatos electrónicos de la información transferida cuando se realizan transacciones son los que se recogen en el DES.

La conformidad del registro nacional español con las normas técnicas para el intercambio de datos DES queda recogida, entre otros, en los documentos:

- "Inicial Independent assessment report of the national registry of Spain", de referencia "Reg_IAR_ES_2007_1" y fecha 8/10/2007.

- "ETS Go Live Plan. MS registry testing. Registry of Spain. Test results and evalution report" de fecha 190/06/2008.

Cambio en la versión del software durante 2009:

En 2009 se ha producido un cambio en la versión del software CR utilizado por el registro nacional mediante la implantación de la versión CR3.2, desarrollada por la Comisión Europea.

Esta implantación ha estado sometida a un Test de Conformidad que se detalla a continuación, efectuado en coordinación con el CITL (*Communitiy Independent Transaction Log*) gestionado por la Comisión Europea

El objeto de la implantación de esta nueva versión ha sido dar cumplimiento a lo dispuesto en la enmienda al Reglamento CE nº 2216/2004 de la Comisión, de 21 de diciembre de 2004, relativo a un sistema normalizado y garantizado de registros, introducida mediante el Reglamento (CE) No 916/2007 de la Comisión, de 31 de julio de 2007.

En particular la nueva versión introduce las siguientes funcionalidades en atención a los requisitos de la referida enmienda del Reglamento:

- Nuevas funciones NAPTableManagementWS para la gestión automática del cuadro del Plan Nacional de Asignación bajo el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión, para los casos de nuevas instalaciones entrantes, aumento de asignación a instalaciones existentes o retirada de la asignación por cierre de instalaciones, con la consiguiente modificación de la reserva.

- Gestión de la información accesible al público, gestión de cuentas y sus emisiones verificadas asociadas.

- Nuevas reglas de cálculo de la situación de cumplimiento de las instalaciones y corrección de las emisiones verificadas: Situaciones A, B, C, D, E, X.

- Requisitos adicionales en la información accesible al público: tratamiento confidencial de determinados datos de contacto de una cuenta, fecha entrada en vigor del permiso, corrección de las emisiones verificadas, símbolos de cumplimiento, estado de bloqueo de las cuentas.

- Nuevos procesos para la retirada de derechos y unidades Kioto: Conversión de derechos entregados para retirada, retirada de derechos entregados, conversión de derechos no asignados para retirada, retirada de unidades Kioto.

La implantación de la nueva versión ha requerido la adaptación de funcionalidades desarrolladas con anterioridad, sobre la versión anterior, para que pudieran seguir estando operativas, como son:

- Funcionalidad SQL:

    · Revisión de las tablas necesarias en la automatización de los procesos de SEF.

· Adaptación de las tablas de apoyo a las funcionalidades de trazabilidad de los tipos de derechos.

· Revisión de la integración de las nuevas consultas.

· Optimización de los resultados de las consultas anteriores.

- Funcionalidad Java:

· Integración de código propio en las clases actuales de CR.

· Integración de las nuevas consultas y supervisión de los resultados en las visualizaciones.

· Ajustes de ciertos aspectos visuales.

En cuanto al proceso de implementación, incluida la fase de pruebas, ha consistido en:

- Arquitectura Técnica:

· Backup versión anterior.

· Réplicas de BB.DD. Instalación de la BBDD mediante ejecución de sentencias SQL:

Adaptación de tablas específicas de CR.

Adaptación de usuarios de BBDD.

Adaptación de ejecutores de componentes software predeterminados.

Adaptación de vistas e índices requeridos por CR.

· Descompresión de los diferentes componentes requeridos para la instalación:

Formatos de fichero EAR (Archivo Empresa) ⇨ para ejecución simultánea y homogénea de diferentes procesos.

Formatos de fichero WAR (Archivo Web) ⇨ para agregación de multitud de archivos en uno para aplicaciones web.

Adecuación de ficheros DTD que definen la estructura de los documentos XML.

Ficheros de propiedades utilizados por determinadas partes de la aplicación.

Ejecución de sentencias para permitir la carga de valores iniciales en las tablas.

· Revisión instalación Servidores de Aplicaciones (WebLogic y Apache):

Réplica plataforma con clientes.

Instrucciones de automatización de tareas para los servidores BEA WebLogic y Base de Datos.

Instalación de los parches necesarios para el correcto establecimiento de los servidores WebLogic: directorio de los tipos de servidor, dominio de los servidores, puerto de conexión de CR, definición de usuarios, contraseñas.

Ejecución de comandos para asegurar la configuración adecuada del servidor.

Copia de los ficheros de propiedades.

· Configuración de los ficheros de propiedades de la aplicación.

- Infraestructura de Comunicaciones:

  · Revisión certificados y validaciones con ITL.

  · Revisión configuración conexión VPN por cambio del Servidor de Túneles.

  · Revisión reglas del *Firewall* por cambio de dispositivos.

  · Configuraciones de las propiedades de conexión para la depuración de fallos o inconsistencias. Adición de opciones JAVA.

- Desarrollo de contenidos:

  · Control de la cantidad de CER y ERU que pueden ser entregados por las instalaciones en función de lo establecido en la normativa española.

  · Establecimiento de control para que no se puedan transferir UCA a las Cuentas de Parte.

  · Consolidación de saldos de AAU.

  · Cuando se realicen transferencias, posibilidad de elegir los proyectos a los que pertenecen los CER objeto de la transmisión.

  · Verificación de la instalación y creación de los diferentes elementos y servicios web.

  · Desarrollo funcionalidades sobre los mensajes de trazabilidad de tipos de derechos.

  · Ajustes del módulo “AccountManagementService”.

  · Revisión de la seguridad en función de los cambios efectuados.

- Pruebas:

  · Preparación entorno de pruebas:

    Proceso previo de carga completa de datos en entorno de pruebas.

  · Pruebas operatividad:

    Tests específicos para mensajes con ITL ⇨ comprobación de mensajes SOAP intercambiados.

    Proceso completo de creación de diferentes tipos de cuentas.

    Carga de PNA.

    Proceso de emisión de diferentes tipos de unidades.

    Proceso de asignación de derechos.

    Transferencias entre diferentes tipos de cuentas.

    Actualizaciones de cuentas.

    Proceso de anotación y validación de emisiones verificadas.

    Proceso de entrega de derechos.

    Proceso de cancelación y retirada.

  · Prueba de conectividad.

El siguiente cuadro 14.2.2 recoge marcadas como "YES" las funcionalidades que ha sido necesario probar en el Test de Conformidad con el el CITL)

Cuadro 14.2.2.- Test de conformidad CR v.3.2 *(Con "YES" las funcionalidades que ha sido necesario probar en el Test de conformidad con el CITL)*

Step	Description	Mandatory (Y/N)
2-1	Create Party Holding Accounts	Y
2-2	Create Operator and Personal Holding Accounts	Y
3-1	Upload NAP for CP1	Y
4-1	Upload amended NAP for CP1 Add an installation	Y
4-2	Upload amended NAP for CP1 Increase the allocation amount	Y
5-1	Issuance of AAUs	Y
5-2	Issuance of EAUs	Y
5-3	Allocation for 2008	Y
5-4	Allocation for 2009	Y
6-1	Internal transaction from PHA to OHA	Y
6-2	Internal transaction from OHA to OHA	Y
6-3	Internal transaction from OHA to PersonHA	Y
6-4	Internal transaction from PersonHA to PHA	Y
6-5	Internal transaction from OHA to PHA	Y
6-6	Internal transaction from PHA to OHA with two unit types	N
6-7	Internal transaction from OHA to PersonHA with two unit types	N

Step	Description	Mandatory (Y/N)
6-8	Internal transaction from PersonHA to PHA with two unit types	N
7-1	External transaction (outgoing)	N
7-2	External transaction (outgoing) with 2 unit types	N
7-3	External transaction (incoming) with 2 unit types	N
8-1	Cancellation	Y
9-1	Update account, change SAR and PAR	Y
9-2	Update account – none visibility of phone and address	Y
9-3	Update account – visibility of address and none visibility of phone	Y
9-3	Update of permit number	Y
10-1	Upload NAP to revoke permit	Y
10-2	Close account	Y
11-1	Update Verified Emission	Y
11-2	Surrendering for installation 1	Y
11-3	Surrendering for installation 2	Y
11-4	Update VE	Y
11-5	Upload Compliance XML	Y
12-1	Create Operator Holding Account	Y
12-2	Upload amended NAP for adding Installation	Y
12-3	Allocate to new installation	Y
13-1	Conversion of surrendered allowances into AAUS	Y
13-2	Retirement of surrendered allowances	Y
13-3	Conversion of non allocated allowances into AAUs	Y
13-4	Retirement of non allocated allowances	Y
13-5	Retirement of AAUs	Y
14-1	Positive reconciliation	Y
14-2	Negative reconciliation	Y
14-3	Manual intervention	Y
14-4	Positive reconciliation	Y
15-1	Increasing NAP	N
15-2	Increasing NAP	N
15-3	Decreasing NAP	N

NOTAS:
Casos desde 6-6 a 7-3 no probados debido a que CR no permite el envío de diferentes unidades en una misma transacción.
Casos 15-1, 15-2 y 15-3 no sujetos a Test

Asimismo, también en 2009, se ha creado un nuevo entorno de desarrollo, además de los ya conocidos de producción y "registry" (pruebas) con el objeto de separar claramente los entornos destinados a la ejecución de pruebas, disponiendo de esta manera de un entorno específico adicional que permita al Administrador del Registro mantener, por un lado, un entorno en pruebas específico, y por otro, un entorno alternativo para ir materializando los desarrollos en curso que se vayan efectuando, sin que las pruebas realizadas en cada momento y relativas a cada uno de los entornos habilitados para tal efecto interfieran unas con otras. Dicho entorno de desarrollo ha quedado conectado con el ITL.

Análisis del fenómeno de fragmentación de bloques de unidades

A lo largo de 2009 se ha analizado en el registro nacional el fenómeno de la fragmentación de bloques de unidades, en cuanto al grado en que se está produciendo en el registro nacional y sus posibles medidas de mitigación.

El aumento gradual del número de bloques con el tiempo (conocido como fragmentación) podría afectar en algún momento al funcionamiento normal del sistema de registros. Siendo así, en el registro nacional español se ha llevado a cabo un análisis para determinar el grado de la fragmentación interna que se produce en el registro, y evaluar en qué medida ese grado podría tener algún efecto significativo en el funcionamiento del sistema y requerir de medidas de mitigación.

En la medida en que las eventuales medidas de mitigación pueden implicar inversiones significativas, es preciso realizar este análisis teniendo en cuenta criterios de coste-beneficio entre la inversión y el impacto por fragmentación evitado. Adicionalmente, por tratarse en general de medidas que pueden resultar más eficientes implementadas (o al menos analizadas) en cooperación con otros sistemas de registro, se ha participado de manera activa en el análisis que se está llevando a cabo en el contexto del foro RSA (Registry System Administrator Forum) sobre este fenómeno.

Por su parte, el registro nacional ha llevado cabo un estudio en noviembre de 2009 que consistió en la monitorización de las transacciones de todo el año 2009 para determinar la cantidad de bloques que forman parte de las transacciones en las que intervine el registro. De este estudio se concluyó que, desde el 1 de enero de 2009, la media de bloques por transferencia era de 5,88 bloques.

Para evaluar en qué medida este nivel de fragmentación (medida mediante el indicador “bloques/transferencia”) podría tener algún efecto significativo en el funcionamiento normal del sistema de registros, se han tomado como niveles de referencia los umbrales de riesgo que resultan de los estudios disponibles sobre el fenómeno de la fragmentación a escala global sobre todo el sistema de registros. Estos estudios son los llevados a cabo por el ITL y sus resultados han sido recogidos en el documento “Unit Block Fragmentation in Registry Systems under the Kyoto Protocol: Problem Definition and Impact Assessment v.1.4” elaborado por el Administrador del ITL, y presentados en el 10º RSA Forum.

De esta comparativa resulta que los niveles de fragmentación en el registro nacional son muy inferiores de los que se podría considerar que podrían perturbar el funcionamiento normal del sistema de registros.

A la vista del resultado de este análisis, por el momento no se ha considerado la necesidad inmediata de acometer inversiones en el registro nacional en medidas de mitigación de la fragmentación, si bien se mantiene la monitorización continua del fenómeno y su seguimiento en colaboración con otros registros y en el contexto del RSA Forum.

14.2.5.- Cambios en los procedimientos empleados en el registro nacional español para reducir al mínimo las discrepancias (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.e)

No se han producido cambios en los procedimientos empleados en el registro nacional español para reducir al mínimo las discrepancias, respecto a la información presentada con anterioridad sobre el registro nacional español.

Una vez que se ha producido la conexión con el ITL, según se indicó en el apartado 14.2.4, la reconciliación de datos se lleva a cabo conforme a los procedimientos desarrollados en el ámbito del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (RSA Forum).

14.2.6.- Cambios en las medidas empleadas en el registro nacional para impedir manipulaciones no autorizadas y evitar los errores de los operadores (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.f)

No se han producido cambios en las medidas empleadas en el registro nacional para impedir manipulaciones no autorizadas.

Se han producido el siguiente cambio en las medidas empleadas en el registro nacional para evitar los errores de los operadores respecto a la información presentada en el Informe Nacional de Inventario de 2009.

Este cambio ha consistido en la implantación de validaciones automáticas internas del código de respuesta 4007 del DES (*technical standrads for data exchange*) previa a la propuesta de transacciones al ITL, como medida de mejora implantada en el Registro para minimizar los errores posibles en la actuación de sus operadores y asegurar una interoperabilidad eficiente con otros sistemas de Registro, incluido el propio ITL. Dicha validación a través del check 4007 es aplicable tanto en la propuesta de transacciones internas como externas, evitando que transacciones externas entre participantes de diferentes Registros sean informadas como internas y viceversa.

Este cambio atiende a una de las conclusiones planteadas en el informe SIAR Parte II, que específicamente hacía referencia a la prevención del código de respuesta DES 4007 como medida para reducir al mínimo los errores de los operadores.

Esta conclusión del SIAR ha sido considerada por el equipo de expertos durante el examen centralizado de la comunicación de España de 2009 de su inventario de gases de efecto invernadero de acuerdo con la Decisión 22/CMP.1, y ha dado lugar a la recomendación recogida en el párrafo 108(h) en el documento de referencia FCCC/ARR/2009/ESP y título “Report of the individual review of the annual submission of Spain submitted in 2009” (en estado “unedited version” en el momento de redactar este capítulo del Informe Nacional de Inventario de 2010):

FCCC/ARR/2009/ESP párrafo 108(h): “Further improve the measures put in place in its registry to minimize operator errors, in accordance with paragraph 115 (e) of the annex to decision 22/CMP.1”

Esta recomendación ha quedado atendida mediante la introducción del cambio descrito en las medidas empleadas en el registro nacional para evitar los errores de los operadores.

14.2.7.- Cambios en la lista de la información accesible al público (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.g)

No se han producido cambios significativos en la información accesible al público en el registro nacional español respecto a la información presentada en el Informe Nacional de Inventario de 2009.

Sí se han llevado a cabo desarrollos encaminados a mejorar la disponibilidad de información accesible al público en el registro nacional mediante la reorganización y la centralización de información ya disponible con anterioridad, para hacerla más fácilmente accesible al público, y también para ampliara y hacerla más exhaustiva.

Esta reestructuración se describe en detalle en el apartado 12.4 del Capítulo 12 del presente Informe Nacional de Inventario de 2010.

14.2.8.- Cambios en la dirección en Internet (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.h)

No se han producido cambios en la dirección en Internet de acceso al registro nacional español respecto a la información presentada en el Informe Nacional de Inventario de 2009.

14.2.9.- Cambios en de las medidas tomadas con objeto de garantizar la integridad de los datos almacenados y la recuperación de los servicios del registro en caso de catástrofe (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.i)

Se han producido los siguientes cambios en el registro nacional español, respecto a la información presentada en el Informe Nacional de Inventario de 2009, en cuanto a las medidas tomadas con objeto de garantizar la integridad de los datos almacenados:

- Cortafuegos y medidas de protección ante virus:

    · Todos los servidores se localizan en una red independiente y desmilitarizada, bajo la protección del *firewall* (Cisco ASA 5520). La versión actual del ASA es la 8.2(1).

No se han producido cambios significativos en el registro nacional español, respecto a la información presentada con anterioridad, en cuanto a las medidas tomadas con objeto de garantizar la recuperación de los servicios del registro en caso de catástrofe.

14.2.10.- Cambios en los resultados de los procedimientos de prueba (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.j)

Los cambios en los resultados de los procedimientos de prueba que se han producido en 2009 en el registro nacional son los relativos a la implantación de una nueva versión del software, y se describen en el apartado correspondiente (14.2.4).

14.3.- Información sobre recomendaciones de revisiones previas

El documento de referencia FCCC/ARR/2009/ESP y título “Report of the individual review of the annual submission of Spain submitted in 2009” (en estado “unedited version” en el momento de redactar este capítulo del Informe Nacional de Inventario de 2010) recoge una serie de recomendaciones del equipo de expertos como resultado del examen centralizado de la comunicación de España de 2009 de su inventario de gases de efecto invernadero de acuerdo con la Decisión 22/CMP.1.

A continuación se recogen aquellas recomendaciones y observaciones relativas al Registro Nacional, y cómo se han atendido esas recomendaciones en el presente Informe Nacional de Inventario 2010.

FCCC/ARR/2009/ESP párrafo 108(h): “Further improve the measures put in place in its registry to minimize operator errors, in accordance with paragraph 115 (e) of the annex to decision 22/CMP.1”

> Cobertura de la recomendación en el NIR 2010: se ha implantado en el registro español un control para prevenir que se identifiquen como domésticas transferencias que tienen como destino otros países, y viceversa, tal y como se describe en detalle en el apartado 14.2.6 del presente Informe Nacional de Inventario 2010.

FCCC/ARR/2009/ESP párrafo 108(i): “Put in place as soon as possible measures to mitigate and reduce the internal fragmentation of unit blocks and report on progress made in implementing these measures in its next annual submission, including any relevant implementation plan, test plans and test reports following the changes applied to its registry”

> Cobertura de la recomendación en el NIR 2010: a lo largo de 2009 se ha analizado en el registro nacional el fenómeno de la fragmentación de bloques de unidades, en cuanto al grado en que se está produciendo en el registro nacional y sus posibles medidas de mitigación. El progreso en ese análisis se presenta en el apartado 14.2.6 del presente Informe Nacional de Inventario.

15.- INFORMACIÓN SOBRE LA MINIMIZACIÓN DE EFECTOS ADVERSOS DE ACUERDO AL ART 3.14 DE PROTOCOLO DE KIOTO

Para minimizar los posibles efectos adversos sobre países en desarrollo que las políticas y medidas nacionales de mitigación de emisiones de GEI implantadas en España pueden tener se han tomado las siguientes medidas:

- **Plan Nacional de Asignación 2008-2012,** (Implantación del Sistema europeo de comercio de derechos de emisión-ETS). La sujeción de distintas instalaciones industriales al régimen de comercio de derechos de emisión, en principio, debe considerarse como una circunstancia que en términos de competencia internacional, en principio, no tiene por que provocar efectos adversos sobre países en desarrollo; antes al contrario, la producción en esos países se encontraría en una posición favorable respecto a la de los países de la UE.

  No obstante, hay que tener en cuenta que la asignación gratuita de derechos se ha realizado ex ante, y por tanto considerando en producciones históricas previas a la crisis económica global. Por esta razón ha existido un saldo positivo en 2008 de derechos en muchas instalaciones de los sectores industriales no energéticos, por lo que muchas empresas han podido vender sus derechos excedentarios. Por otro lado, las empresas han tratado de volcar sus esfuerzos en la exportación para compensar la caida de los mercados locales.

  Esta situación puede ser vista por algunas industrias en paises con los que se compite como ayudas de estado.

  A este respecto, hay que tener en cuenta que esta situación es, como se ha apuntado, consecuencia de las propias reglas que rigen el régimen, de comercio de derechos de emisión, basadas, como no puede ser de otro modo, en una asignación ex ante que, en principio, se plantea como restrictiva con el objeto de cumplir con los objetivos ambientales marcados. Por otro lado, existen medidas dirigidas a evitar o limitar el alcance de estas distorsiones, como son las orientadas a identificar los ceses de actividad en plantas industriales incluidas en el Plan para evitar, en esos casos, la expedición de derechos en años sucesivos, de acuerdo los criterios indicados en la Ley 1/2005.

- **Plan de Energías Renovables, área de biocarburantes**. (Fomento del uso de biocarburantes) Podría tener como efecto negativo un posible incrementos del precio de los alimentos por importación de biocarburantes y el aumento de la presión sobre ecosistemas sensibles (deforestación, uso de recursos naturales).

  Actualmente, está en fase de transposición en España la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.

  Para minimizar los efectos adversos sobre ecosistemas sensibles, la Directiva establece que los biocarburantes y los biolíquidos, para ser contabilizados dentro del

objetivo de uso de energías renovables y para recibir ayudas financieras, deben ser calificados como «sostenibles» en virtud de una serie de criterios establecidos en la Directiva, entre ellos, no producirse con materias primas procedentes de tierras de elevado valor en cuanto a biodiversidad o que presenten una gran reserva de carbono.

Por otro lado, la Directiva establece la obligación de redactar informes bianuales sobre el cumplimiento de estos criterios de sostenibilidad y la evaluación de los efectos que la importación de biocarburantes está teniendo sobre los paises exportadores. Estos informes permitirán tomar medidas más estrictas en caso de advertir que, aún cumpliendo con los criterios establecidos, esta política de fomento de los biocarburantes está teniendo efectos adversos sobre paises en desarrollo.

Esta pendiente la evaluación que, sobre la importación de fertilizantes puedan tener ciertas medidas del uso racional de los mismos para evitar emisiones de N2O si bien el proceso actual identificado es inverso por la deslocalización de las fábricas nacionales hacia paises del norte de África.

No se han identificado otros posibles efectos adversos, según se muestra en la siguiente tabla resumen de las políticas y medidas implantadas en España, según se exponen en la 5 Comunicación Nacional, en la que se señalan aquellos posibles efectos, positivos o negativos, sobre países en desarrollo identificados.

Tabla 15.1.- Efectos adversos identificados

Denominación	Objetivo y/o actividad	Efectos Directos	Efectos Indirectos
PLANES, PROGRAMAS, Y ACCIONES LEGISLATIVAS			
A.1. Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia	Marco estratégico nacional de las actuaciones en materia de cambio climático	Ver Políticas sectoriales a continuación	
A.2. Plan de Medidas Urgentes	Desarrollo urgente de actuaciones de la EECCEL para favorecer la reducción inmediata de emisiones	Ver Políticas sectoriales a continuación	
B Plan Nacional de Asignación 2008-2012. (Sistema europeo de comercio de derechos de emisión-ETS)	Fomento de la reducción de emisiones de una forma económicamente eficiente	NO	Carbon Leakage: **Efecto positivo:** Estímulo económico **Efecto negativo:** Emisiones
C: Fondos de Carbono	Obtención de unidades de reducción de emisiones para facilitar el cumplimiento del Protocolo de Kioto	**Efecto positivo:** Proyectos de desarrollo limpio	NO
D.1. Ley de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera	Prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica	NO	NO
E.1. II Programa Nacional de Reducción de emisiones	Cumplimiento de la Directiva 2001/81/CE sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos	NO	NO

Tabla 15.1.- Efectos adversos identificados (Continuación)

Denominación	Objetivo y/o actividad	Efectos Directos	Efectos Indirectos
POLÍTICAS SECTORIALES			
Sector Energético			
A: Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas 2008-2016	Infraestructuras para fomentar la generación eléctrica mediante tecnologías limpias	NO	**Efecto positivo:** Impacto económico sobre países exportadores de gas
B: Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 (E4)	Mejorar los índices de eficiencia energética de diversos sectores.	NO	NO
C: Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia energética 2008-2011	Medidas adicionales y de aceleración de las anteriores para el fomento de la eficiencia energética sobre tres ejes: Movilidad, edificación y energía eléctrica	NO	NO
C: Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER)	Aumento del peso de las energías renovables en el balance energético nacional	Ver desglose a continuación	
C.1: PER, sector eólico	Incremento de la potencia eólica en 1.200 MW	NO	**Efecto positivo:** Impacto económico en países exportadores de equipos
C.2: PER, sector hidroeléctrico	Incremento de la potencia minihidráulica en 450 MW y la hidráulica en 360 MW	NO	NO
C.3: PER, sector solar térmico	Incremento de la superficie a instalar de 4.200.000 m2	NO	NO
C.4: PER, sector solar termoeléctrico	Incremento de la potencia instalada de 500 MW	NO	NO
C.5: PER, sector solar fotovoltaico	Incremento de la potencia instalada de 363 MW	NO	**Efecto positivo:** Impacto económico en países exportadores de equipos
C.6: PER, área de biomasa	Incremento de la potencia instalada de 1.695 MW	NO	NO
C.7: PER, área de biogás	Incremento del consumo de energía primaria en 188 ktep	NO	NO
C.8: PER, área de biocarburantes	Incremento del consumo de energía primaria en 2,2 Mtep	NO	**Efecto negativo:** Posible incremento de la presión sobre ecosistemas sensibles y del precio de los alimentos por importación de biocarburantes.
Sector Industrial			
A: Ley 16/2002, de prevención y control integrados de la contaminación, y Reglamento de Aplicación	Aplicación de las mejores técnicas disponibles	NO	NO
Sector del Transporte			
A: Plan Estratégico de Infraestructuras y Transportes	Planificación de infraestructuras a medio y largo plazo, y fomento de los medios más eficientes	NO	NO
B: Plan Integral de Automoción	Conjunto de medidas industriales y de impulso de la demanda y la logística, fomento a la I+D+i y medidas financieras que, entre otras cosas, apoya la renovación del parque de vehículos e impulsa los vehículos híbridos eléctricos	NO	**Efecto positivo:** Impacto económico en países exportadores de vehículos y baterías

Tabla 15.1.- Efectos adversos identificados (Continuación)

Denominación	Objetivo y/o actividad	Efectos Directos	Efectos Indirectos
POLÍTICAS SECTORIALES (Continuación)			
Sectores Residencial, Comercial e Institucional			
A.1: Real Decreto 314/2006, Código Técnico de la Edificación	Requisitos básicos de los edificios en ahorro de energía	NO	NO
A.2: Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios	Requisitos básicos de las dotaciones de los edificios	NO	NO
A.3: Real Decreto 47/2007, de Certificación Energética de Edificios	Clasificar energéticamente los edificios nuevos y rehabilitados	NO	NO
B: Plan Estatal de Vivienda y Rehabilitación	Fomento de actuaciones de rehabilitación y construcción de viviendas protegidas orientadas a la mejora de la eficiencia energética.	NO	NO
C1: Plan Renove Turismo	Mejora de la sostenibilidad de establecimientos turísticos	NO	NO
C2: Fondo Financiero del Estado para la Modernización de las Infraestructuras Turísticas (FOMIT)	Fomento de la recuperación ambiental y paisajística en destinos turísticos maduros, a través de inversiones públicas de entes locales	NO	NO
Sector Agrario			
A.1: Sistema de Información Geográfica Agrario (SIGA)	Seguimiento de emisiones y evaluación de medidas correctoras	NO	NO
A.2: Interacción agricultura-medio ambiente	Estudios de producción de materia seca por pastos y gestión de la dieta ganadera	NO	NO
B.1: Requisitos agroambientales de la PAC	Prohibición de la quema de residuos de cultivos	NO	NO
B.2: Alimentación de la ganadería intensiva	Aumento de la digestibilidad	NO	NO
C: Utilización agrícola del compost de lodos de depuradora y residuos urbanos	Sustitución de abonos minerales por compuestos orgánicos	NO	Posible efecto sobre los flujos comerciales de fertilizantes nitrogenados
D.1: Programas de acción en Zonas Vulnerables a la contaminación por nitratos	Reducir el empleo de fertilizante mineral	NO	
D.2: Códigos de Buenas Prácticas Agrícolas	Incorporación de estiércoles y purines, reduciendo el fertilizante mineral	NO	
D.3: Plan de reducción del uso de Fertilizantes Nitrogenados	Racionalización de la fertilización	NO	
E: Sumideros en la agricultura	Aumento de la captación de CO2	NO	NO
Sector Forestal			
A: Plan Forestal Español (PFE) 2003-2032	Restauración forestal y gestión forestal sostenible	NO	NO
B.1: Lucha contra los incendios forestales	Evitar la destrucción de stock de carbono	NO	NO
B.2: Sanidad forestal	Control fitosanitario de la vegetación	NO	NO
C.1: Inventario Forestal Nacional (IFN)	Inventariado de biomasa y carbono fijados	NO	NO
C.2: Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES)	Detección y cuantificación de los procesos de erosión	NO	NO
C.3: Mapa Forestal Nacional	Cartografía del stock de carbono en los bosques	NO	NO
C.4: Factores de expansión de biomasa	Estudio de las existencias de biomasa en el sistema forestal	NO	NO
C.5: Flujos de carbono	Modelización de captura y liberación de carbono en bosques	NO	NO

Tabla 15.1.- Efectos adversos identificados (Continuación)

Denominación	Objetivo y/o actividad	Efectos Directos	Efectos Indirectos
POLÍTICAS SECTORIALES (Continuación)			
Sector de Residuos			
A: Plan Nacional Integrado de Residuos	Disminución de la generación de residuos y gestión adecuada de los mismos, favoreciendo la reutilización, reciclado, y otras formas de valorización.	NO	NO
B: Captación de biogás en vertederos.	Financiación de instalaciones de desgasificación y recuperación de biogas en vertederos	NO	NO
C: Plan de Biodigestión de Purines	Redución de GEI en la gestión de Purines	NO	NO

UNIDADES Y CONVERSIONES

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

UNIDADES BÁSICAS			MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS		
MAGNITUD	**NOMBRE**	**SÍMBOLO**	**FACTOR**	**PREFIJO**	**SÍMBOLO**
Longitud	metro	m	10^{-15}	femto	f
Masa	kilogramo	kg	10^{-12}	pico	p
Tiempo	segundo	s	10^{-9}	nano	n
Intensidad eléctrica	amperio	A	10^{-6}	micro	u
Temperatura	kelvin	K	10^{-3}	mili	m
Cantidad de materia	mol	mol	10^{-2}	centi	c
Intensidad luminosa	candela	Cd	10^{-1}	deci	d
ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS			10	deca	da
MAGNITUD	**NOMBRE**	**SÍMBOLO**	10^{2}	hecto	h
Superficie	metro cuadrado	m^2	10^{3}	kilo	k
Volumen	metro cúbico	m^3	10^{6}	mega	M
Energía, Trabajo o Cantidad de calor	julio	J	10^{9}	giga	G
			10^{12}	tera	T
Presión	pascal	Pa	10^{15}	peta	P

En cuanto a la magnitud masa se utilizará, según sea el caso, un prefijo antepuesto a la unidad gramo o directamente la expresión equivalente utilizada más comúnmente. Así, en concreto, para las emisiones se utilizará frecuentemente la expresión en gigagramos (Gg), equivalente a kilotoneladas (kt) o en megagramos (Mg), equivalente a toneladas (t); sin embargo, para muchas variables de actividad la información, como es usual en las publicaciones de referencia, puede venir expresada en kilotoneladas o en toneladas.

En cuanto a la magnitud energía se utilizará, según sea el caso, un prefijo antepuesto a la unidad Julio (J), habitualmente se tratará de gigajulios (GJ).

En cuanto a la magnitud superficie se utilizará, según sea el caso, un prefijo antepuesto a la unidad metro cuadrado (m^2) o directamente la expresión equivalente utilizada más frecuentemente. Así se tratará de metros al cuadrado (m^2) o de hectáreas (ha, igual a 10000 m^2).

En cuanto a la magnitud volumen se utilizará, según sea el caso un prefijo antepuesto a la unidad metro cúbico (m^3). En el caso de los gases se referirá la medición a condiciones normales (m^3N) es decir a 0ºC y 1 atmósfera de presión.

POTENCIALES DE CALENTAMIENTO ATMOSFÉRICO

GAS	FÓRMULA	POTENCIAL DE CALENTAMIENTO IPCC 1995[1]
Dióxido de carbono	CO_2	1
Metano	CH_4	21
Óxido nitroso	N_2O	310
HIDROFLUOROCARBUROS		
HFC-23	CHF_3	11700
HFC-32	CH_2F_2	650
HFC-41	CH_3F	150
HFC-43-10mee	$C_5H_2F_{10}$	1300
HFC-125	C_2HF_5	2800
HFC-134	$C_2H_2F_4$ (CHF_2CHF_2)	1000
HFC-134a	$C_2H_2F_4$ (CH_2FCF_3)	1300
HFC-152a	$C_2H_4F_2$ (CH_3CHF_2)	140
HFC-143	$C_2H_3F_3$ (CHF_2CH_2F)	300
HFC-143a	$C_2H_3F_3$ (CF_3CH_3)	3800
HFC-227ea	C_3HF_7	2900
HFC-236fa	$C_3H_2F_6$	6300
HFC-245ca	$C_3H_3F_5$	560
PERFLUOROCARBUROS		
Perfluorometano	CF_4	6500
Perfluoroetano	C_2F_6	9200
Perfluoropropano	C_3F_8	7000
Perfluorobutano	C_4F_{10}	7000
Perfluorociclobutano	c-C_4F_8	8700
Perfluoropentano	C_5F_{12}	7500
Perfluorohexano	C_6F_{14}	7400
HEXAFLUORURO DE AZUFRE	SF_6	23900

Las emisiones de gases de efecto invernadero con efecto directo sobre el calentamiento se computan de forma agregada en términos de CO_2 equivalente (CO_2-eq) ponderando los gases individuales del inventario de acuerdo con la tabla de potenciales de calentamiento de IPCC 1995 tomada del Segundo Informe de Evaluación sobre el Cambio Climático mostrada más arriba.

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

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AEDA	Asociación Española de Aerosoles
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AFOEX	Asociación Nacional de Empresas para el Fomento de las Oleaginosas y su Extracción
AIE	Agencia Internacional de la Energía
AITEMIN	Asociación para la Investigación y Desarrollo Industrial de los Recursos Naturales
ANAIP	Asociación Española de Industriales de Plásticos
ANAVE	Asociación de Navieros Españoles
ANCADE	Asociación Nacional de Fabricantes de Cales y Derivados de España
ANFFE	Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes
ANFFECC	Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colores Cerámicos
API	American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo)
ASCER	Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos
ASEFAPI	Asociación Española de Fabricantes de Pinturas y Tintas de Imprimir
ATEPA	Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado
CAD	Ciclos de aterrizaje-despegue
CARBUNION	Federación Nacional de Empresarios de Minas de Carbón
CEPE	Consejo Europeo de la Industria de la Pintura, Tintas de Imprimir y Colores para Artistas
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (Centro Técnico Interprofesional de Estudios de la Contaminación Atmosférica)

CLRTAP	Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (Convenio de Ginebra sobre Contaminación Transfronteriza a gran Distancia)
COFACO	Consorcio Nacional de Industriales del Caucho
COPERT	Programa informático para el cálculo de emisiones del transporte por carretera
CORES	Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos
CORINAIR	Subprograma CORINE sobre emisiones de contaminantes a la atmósfera
CORINE	Programa de Coordinación de la Información sobre el Medio Ambiente
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
CRF	Common Reporting Format (Formulario Común para Informes)
EGTEI	Expert Group on Techno-Economic Issues of CLRTAP/EMEP (Grupo de Expertos en Temas Técnico-Económicos de CLRTAP/EMEP)
EMEP	European Monitoring Evaluation Programme of CLRTAP (Programa Europeo de Vigilancia contínua y Evaluación de CLRTAP)
ERM	Estaciones de regulación y medida de la red de distribución de gas
EUROSTAT	Oficina Estadística de la Unión Europea
FCC	Craqueo catalítico fluido
FCI	Formulario Común para Informes
FEIQUE	Federación Empresarial de la Industria Química en España
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GLP	Gases Licuados del Petróleo
HISPALYT	Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida
IATA	International Air Transport Association (Asociación de Transporte Aéreo Internacional)
OACI	International Civil Aviation Organization (Organización de Aviación Civil Internacional)
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis

IIN	Informe sobre los Inventarios Nacionales
INE	Instituto Nacional de Estadística
INM	Instituto Nacional de Meteorología (actualmente Agencia Estatal de Meteorología - AEMET)
IPCC	Panel Intergubernamental para el Cambio Climático
MAPA	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (actualmente Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino – MARM)
MARM	Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino
MITYC	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio
MMA	Ministerio de Medio Ambiente (actualmente Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino - MARM)
MECETA	Modelo Español de Cuantificación de Emisiones del Transporte Aéreo
NAPFUE	Nomenclatura de combustibles de CORINAIR
NUTS	Clasificación de Unidades Territoriales Administrativas de EUROSTAT
OFICEMEN	Agrupación de Fabricantes de Cemento de España
OFICO	Oficina de Compensaciones de la Energía Eléctrica
PCI	Poder Calorífico Inferior
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SCMCC	Secretaría del Convenio Marco sobre Cambio Climático
SEDIGAS	Asociación Española del Gas
SENASA	Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica
SERCOBE	Asociación Nacional de Fabricantes de Bienes de Equipo
SIN	Sistema de Inventario Nacional
SNAP	Nomenclatura CORINAIR de actividades potencialmente contaminantes de la atmósfera
HTC	Hidrocarburos totales
US EPA	United States Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos)

USDA	United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de Estados Unidos)
UNESID	Unión de Empresas Siderúrgicas
UNFCCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

ANEXO 1.- CATEGORÍAS CLAVE

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

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

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

Relación de categorías analizadas

La identificación de categorías clave se ha realizado para el conjunto de categorías del inventario, incluyendo y excluyendo el sector LULUCF. Con relación al sector LULUCF se ha diferenciado entre LULUCF-Convenio y LULUCF-PK. El primero es relevante desde el punto de vista general de la descarga de gases a la atmósfera, mientras que el segundo tiene su interés específico en la evaluación del cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Kioto. En virtud de ello la identificación de las categorías clave de LULUCF-Convenio se ha realizado de manera agregada para el conjunto del inventario (incluyendo LULUCF-Convenio); mientras para LULUCF-PK se ha realizado complementariamente una identificación de categorías clave específica para su cobertura de actividades.

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

- Las emisiones de CO_2 por combustión dentro del Sector Energía (excluyendo las originadas por transporte) se han desglosado cruzando el grupo de combustibles, según clasificación en grandes categorías: sólidos, líquidos, gaseosos y otros, con las siguientes subcategorías: centrales térmicas (1A1a),

refinerías de petróleo (1A1b), transformación de combustibles sólidos (1A1c), sector industria (1A2) y otras fuentes (1A4). De forma análoga las emisiones de CH_4 y de N_2O se han discriminado por grupo de combustible y fuente de actividad emisora, estableciendo en este caso las siguientes subcategorías: generación de energía y transformación de combustibles (1A1), sector industria (1A2) y otras fuentes (1A4).

- Dentro del tráfico por carretera, las emisiones de CO_2 se han desagregado en tres grandes categorías en función del tipo de combustible, analizando por separado las aportaciones de los vehículos diesel, de los vehículos de gasolina y del parque de combustibles gaseosos (gas natural y GLP).

- Con relación a las emisiones fugitivas en el Sector Energía, se han diferenciado las emisiones para cada una de las subcategorías que la componen, combustibles sólidos (1B1) y productos petrolíferos y gas (1B2), por tipo de contaminante, CO_2 y CH_4.

- Para asegurar un análisis exhaustivo del inventario se ha ampliado el índice de categorías expuestas en la tabla 7.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC adaptándola a la relación de fuentes emisoras nacionales de contaminantes con poder de calentamiento atmosférico. En el conjunto de nuevas categorías incluidas con este objeto cabe señalar la presencia de actividades identificadas como fuentes clave por su valor absoluto y/o su tendencia, entre otras:

    - Producción de dolomita y piedra caliza (2A3) por el gas CO_2
    - Otros procesos industriales, donde se excluyen la producción de cemento (2A1), cal (2A2), dolomita y piedra caliza (2A3), y siderurgia (2C1), por el gas CO_2
    - Consumo de halocarburos y SF_6 (2F) por los gases HFC y PFC
    - Uso de disolventes y de otros productos (3) por el gas CO_2
    - Emisiones de suelos agrícolas asociadas a producción animal (4D2) por N_2O

Análisis cuantitativo

Para desarrollar el análisis cuantitativo se ha evaluado la significación de una categoría en el inventario con las medidas definidas en la Guía 2006 IPCC (ecuaciones 4.1 a 4.4). A partir de las funciones propuestas se calcula para cada categoría una distancia a los valores absolutos totales (a la tendencia global con respecto al año de referencia 90/95[1])

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

del inventario. Mediante la ordenación decreciente de las distancias asociadas se determina una relación de las categorías en función de su influencia al nivel (tendencia) del inventario, definiendo como clave por nivel (tendencia) aquellas categorías contempladas dentro de los umbrales prefijados en la Guía 2006 IPCC (apartados 4.3.1 y 4.3.2). Debe advertirse que para el inventario con LULUCF-PK y para el propio sector LULUCF-PK exclusivamente se presenta la relación de categorías clave sobre el nivel, y no sobre la tendencia, puesto que de LULUCF-PK sólo se dispone de información para los años 1990 y 2008 lo que impide por del momento el análisis de la tendencia.

Desde un punto de vista operativo la citada guía establece dos enfoques o niveles para abordar la identificación de las categorías clave. El enfoque de nivel 1 se orienta a determinar la influencia que, ya sea en valor absoluto o en la tendencia de la serie, una categoría puede ejercer sobre la incertidumbre de la estimación global del inventario, pero sin necesidad de acudir a procedimientos formales de análisis de la incertidumbre. El enfoque de nivel 2 hace un planteamiento similar pero contando con que se dispone de la información previa derivada de un análisis formal de la incertidumbre. En la edición actual del inventario, la identificación de categorías clave se ha realizado de forma complementaria, con los enfoques de nivel 1 y nivel 2, considerando una categoría clave para el inventario si ha sido identificada como tal en alguno de los dos niveles.

A continuación se presenta una descripción más detallada de las características operativas distintivas de cada uno de los dos enfoques mencionados.

Análisis cuantitativo de nivel 1

En este enfoque, los cálculos, con las métricas de la Guía 2006 IPCC[2], se han centrado en el año de referencia 90/95 y el último año cubierto en el inventario, año 2008.

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

(1) $$L_{x,t} = \left|E_{x,t}\right| \Big/ \sum_{y} \left|E_{y,t}\right|$$

(2) $$T_{x,t} = \begin{cases} L_{x,0} * \left| \left(E_{x,t} - E_{x,0}\right) \Big/ \left|E_{x,0}\right| - \left(E_{t} - E_{0}\right) \Big/ \left|E_{0}\right| \right| & si \left|E_{x,0}\right| > 0 \\ \left| E_{x,t} \Big/ \sum_{y} \left|E_{y,t}\right| \right| & si \left|E_{x,0}\right| = 0 \end{cases}$$

donde:
$L_{x,t}$ es la valoración de nivel para la categoría x en el año t
$T_{x,t}$ es la valoración de tendencia para la categoría x en el año t
$E_{x,t}$ y $E_{x,0}$ son las estimaciones de emisiones para la categoría x en el año t y año 0, respectivamente

Así, en el presente informe una categoría ha sido considerada clave con el nivel 1 del análisis cuantitativo si ha sido identificada clave en valor absoluto para el año base[3], véanse tablas A1.1, A.1.7, A.1.13 y A.1.17, o clave, ya sea en valor absoluto o tendencia, para el año 2008, véanse tablas A1.2, A.1.8, A.1.14 y A.1.18, con los resultados del análisis en términos del valor absoluto, y las tablas A1.3 y A.1.9, para el análisis en tendencia.

Los umbrales fijados para las funciones acumuladas de contribución a las valoraciones del nivel (y tendencia) pretenden recoger con el conjunto de las actividades incluidas un porcentaje del orden del 90% de la incertidumbre conjunta del inventario. En la edición actual se han adoptado los umbrales del 95%, propuestos por defecto en la Guía 2006 IPCC[4].

Atendiendo a las recomendaciones de la Guía 2006 IPCC la relación de categorías clave por nivel para el año 2008 se ha extendido incorporando categorías clave para años precedentes (periodo 2005-2007) cuya contribución acumulada para el año 2008 se sitúe próxima al umbral prefijado del 95%, en concreto dentro del rango comprendido entre el 95% y el 97%.

Análisis cuantitativo de nivel 2

El procedimiento de nivel 2 se ha implementado para el último año cubierto en el inventario, año 2008, con las métricas de la Guía 2006 IPCC[5], presentándose en la tabla A1.5, A.1.11, A.1.16 y A.1.20, para el valor absoluto, y en la tabla A1.6 y A.1.12, para la tendencia, los resultados obtenidos con tales cálculos. Así, en el presente informe una

---

E_t y *E_0* son los totales estimados para el inventario en el año *t* y año 0, respectivamente
0 es aquí el "año de referencia 90/95" (véase nota anterior).

[3] Año de referencia 90/95 para el análisis de categorías clave del inventario (incluyendo y excluyendo LULUCF-Convenio) y año 1990 para el análisis de categorías clave del sector LULUCF-PK y del inventario con el sector LULUCF-PK.

[4] Estudios desarrollados y publicados en "Methodological Choice in Inventory Preparation. Suggestions for Good Practice Guidance" (Flugsrud,1999), comparando las fracciones acumuladas de las valoraciones de nivel/tendencia con las fracciones de incertidumbre en inventarios de diversos países, mostraban que una razonable aproximación al 90% de la incertidumbre total del inventario era cubierta seleccionando un umbral del 95% en las valoraciones.

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

(1) $$LU_{x,t} = \left(L_{x,t} \cdot U_{x,t}\right) \Big/ \sum_{y} \left(L_{y,t} \cdot U_{y,t}\right)$$

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

donde:
$LU_{x,t}$ es la valoración de nivel para la categoría *x* en el año *t* con incertidumbre
$TU_{x,t}$ es la valoración de tendencia para la categoría *x* en el año *t* con incertidumbre
$L_{x,t}$ es la valoración de nivel para la categoría *x* en el año *t*
$T_{x,t}$ es la valoración de tendencia para la categoría *x* en el año *t*

categoría ha sido considerada clave con el nivel 2 del análisis cuantitativo si ha sido identificada clave, ya sea en valor absoluto o en tendencia, para el año 2008. Análogamente, para el año base[6] se ha desarrollado un análisis de categorías clave por nivel, tal y como aparece reflejado en las tablas A1.4, A.1.10, A.1.15 y A.1.19

En la edición actual se han tomado los umbrales del 90%, fijados por defecto en la Guía 2006 IPCC, para las funciones acumuladas de contribución a las valoraciones del nivel (y tendencia) con incertidumbre[7].

Análisis cualitativo

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

- el uso de HFC en las actividades de frío y refrigeración en las cuales se dispone de información escasa sobre la variable de actividad y donde, además, es presumible que se registre una expansión en el futuro a medida que los HFC desplacen en el uso a otras clases de gases, tales como CFC y HCFC, según estas últimas clases de gases finalicen sus periodos de posibilidad de utilización;

- las emisiones de N_2O del tráfico por la sensibilidad mostrada por el factor de emisión ante el contenido de azufre de las gasolinas, y que se evidencia en una reducción muy importante en los niveles de emisiones en el entorno del año 2000;

- la determinación de la contribución en los tráficos aéreo y marítimo del segmento doméstico respecto al tráfico total (doméstico más internacional), dado que en el caso del inventario español el porcentaje de combustible atribuido al tráfico doméstico aéreo es notablemente superior al porcentaje estimado mediante el uso de modelos de tráfico, como es el caso del modelo PAGODA desarrollado por EUROCONTROL;

- la determinación en el sector LULUCF de los flujos de emisión en el depósito de carbono orgánico de los suelos (COS) por la incertidumbre asociadas a los niveles de COS y a las variaciones del mismo ante cambios en los usos de la tierra

[6] Año de referencia 90/95 para el análisis de categorías clave del inventario (incluyendo y excluyendo LULUCF-Convenio) y año 1990 para el análisis de categorías clave del sector LULUCF-PK y del inventario con el sector LULUCF-PK.

[7] Dado que la valoración de nivel con incertidumbre, LU, aplica un factor reductor a la contribución de la categoría a la incertidumbre global del inventario (véase Anexo 7 del presente documento), bajo el supuesto de correlaciones poco significativas entre categorías, el conjunto de categorías clave por valor absoluto con el nivel 2 concentran más del 90% de la incertidumbre estimada para la totalidad del inventario.

Estas categorías de actividades serán objeto de investigación especial en las próximas ediciones del inventario.

Interesa señalar que el desarrollo de los capítulos sectoriales (capítulo 3 “Energía”; capítulo 4 “Procesos Industriales”; capítulo 5 “Uso de disolventes y otros productos”; capítulo 6 “Agricultura”; capítulo 7 “Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura”; y capítulo 8 “Residuos”) del inventario incluye el análisis de todas las categorías clave aquí identificadas.

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

Tabla A1.1.- Contribución por actividades al "Nivel"con un análisis de nivel 1 (sin LULUCF) – Año referencia 90/95

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2 -eq	Contribución (1)	Acumulado (2)
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	57.777,54	20,1	20,1
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO_2	25.928,33	9,0	29,1
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	24.521,30	8,5	37,7
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	24.435,56	8,5	46,2
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquido	CO_2	21.685,46	7,5	53,7
1A2	Combustión - Sector industria	Sólido	CO_2	13.237,30	4,6	58,3
2A1	Producción de cemento		CO_2	12.534,33	4,4	62,7
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH_4	11.579,64	4,0	66,7
1A1b	Refino de petróleo	Líquido	CO_2	10.860,82	3,8	70,5
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N_2O	9.726,65	3,4	73,9
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseoso	CO_2	8.431,89	2,9	76,8
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N_2O	7.056,25	2,5	79,3
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Líquido	CO_2	6.006,63	2,1	81,4
6A	Depósito en vertederos		CH_4	4.760,35	1,7	83,0
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88	1,6	84,6
1A3a2	Aviación civil		CO_2	4.129,65	1,4	86,1
4B	Gestión de estiércol		CH_4	4.072,35	1,4	87,5
2B2	Producción de ácido nítrico		N_2O	2.800,03	1,0	88,5
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales		CO_2	2.745,29	1,0	89,4
2C1	Producción de hierro y acero		CO_2	2.490,64	0,9	90,3
1A4	Combustión - Otros sectores	Sólido	CO_2	2.282,29	0,8	91,1
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N_2O	2.272,89	0,8	91,9
4B	Gestión de estiércol		N_2O	2.270,12	0,8	92,7
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras	Sólido	CO_2	1.847,39	0,6	93,3
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos		CH_4	1.817,54	0,6	93,9
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural		CO_2	1.656,31	0,6	94,5
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	1.499,79	0,5	95,0
			SUBTOTAL	273.064,24		
			EMISIONES TOTALES	287.356,56		
			PORCENTAJE DEL TOTAL	95,03%		

(1). Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del inventario.
(2). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del inventario.

Tabla A1.2.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 1 (sin LULUCF) – Año 2008

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2 -eq	Contribución (1)	Acumulado (2)
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	71.618,67	17,7	17,7
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	46.674,24	11,5	29,2
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseoso	CO_2	35.202,43	8,7	37,8
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Gaseoso	CO_2	33.581,85	8,3	46,1
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	25.017,75	6,2	52,3
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquido	CO_2	24.707,65	6,1	58,4
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO_2	19.552,10	4,8	63,2
2A1	Producción de cemento		CO_2	14.744,46	3,6	66,8
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH_4	12.678,21	3,1	69,9
1A4	Combustión - Otros sectores	Gaseoso	CO_2	11.912,91	2,9	72,9
6A	Depósito en vertederos		CH_4	11.322,27	2,8	75,7
1A1b	Refino de petróleo	Líquido	CO_2	10.749,09	2,6	78,3
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Líquido	CO_2	9.348,85	2,3	80,6
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N_2O	8.491,98	2,1	82,7
1A3a2	Aviación civil		CO_2	7.314,30	1,8	84,5
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N_2O	6.279,88	1,5	86,1
2F	Consumo de halocarburos y SF_6		HFC&PFC	5.722,03	1,4	87,5
1A2	Combustión - Sector industria	Sólido	CO_2	5.626,68	1,4	88,9
4B	Gestión de estiércol		CH_4	5.587,93	1,4	90,2
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales		CO_2	3.506,54	0,9	91,1
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	3.319,13	0,8	91,9
4B	Gestión de estiércol		N_2O	2.676,87	0,7	92,6
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N_2O	2.549,50	0,6	93,2
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH_4	2.310,09	0,6	93,8
2C1	Producción de hierro y acero		CO_2	2.211,52	0,5	94,3
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural		CO_2	2.172,79	0,5	94,9
1A1b	Refino de petróleo	Gaseoso	CO_2	1.679,41	0,4	95,3
			SUBTOTAL	386.559,15		
			EMISIONES TOTALES	405.740,29		
			PORCENTAJE DEL TOTAL	95,27%		

(1). Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del inventario.
(2). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del inventario.

Tabla A1.3.- Contribución por actividades a la "Tendencia" con un análisis de nivel 1 (sin LULUCF) – Año 2008

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2-eq Año de referencia 90/95	Gg CO_2-eq 2008	Tendencia (1)	Contribución (2)	Acumulado (3)
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	24.435,56	71.618,67	0,13	15,0	15,0
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	57.777,54	46.674,24	0,12	14,1	29,1
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Gaseoso	CO_2	437,08	33.581,85	0,11	13,3	42,5
1A2	Combustión – Sector industria	Gaseoso	CO_2	8.431,89	35.202,43	0,08	9,4	51,9
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO_2	25.928,33	19.552,10	0,06	6,9	58,8
1A2	Combustión – Sector industria	Sólido	CO_2	13.237,30	5.626,68	0,05	5,3	64,1
1A4	Combustión - Otros sectores	Gaseoso	CO_2	1.318,59	11.912,91	0,03	4,1	68,2
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	24.521,30	25.017,75	0,03	3,9	72,1
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88	330,30	0,02	2,5	74,6
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquido	CO_2	21.685,46	24.707,65	0,02	2,4	77,0
2F	Consumo de halocarburos y SF_6		HFC&PFC	7,91	5.722,03	0,02	2,3	79,3
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N_2O	9.726,65	8.491,98	0,02	2,1	81,4
6A	Depósito en vertederos		CH_4	4.760,35	11.322,27	0,02	1,9	83,3
1A1b	Refino de petróleo	Líquido	CO_2	10.860,82	10.749,09	0,02	1,9	85,1
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N_2O	7.056,25	6.279,88	0,01	1,5	86,6
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH_4	11.579,64	12.678,21	0,01	1,5	88,1
2B2	Producción de ácido nítrico		N_2O	2.800,03	987,66	0,01	1,2	89,3
2A1	Producción de cemento		CO_2	12.534,33	14.744,46	0,01	1,2	90,5
1A4	Combustión - Otros sectores	Sólido	CO_2	2.282,29	557,07	0,01	1,1	91,6
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos		CH_4	1.817,54	692,23	0,01	0,8	92,3
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras	Sólido	CO_2	1.847,39	937,64	0,01	0,7	93,0
1A1b	Refino de petróleo	Gaseoso	CO_2	45,08	1.679,41	0,01	0,7	93,7
1A3a2	Aviación civil		CO_2	4.129,65	7.314,30	0,01	0,6	94,3
2C1	Producción de hierro y acero		CO_2	2.490,64	2.211,52	0,00	0,5	94,8
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	1.499,79	3.319,13	0,00	0,5	95,3
			SUBTOTAL	255.849,31	361.911,48	0,82		
			EMISIONES TOTALES	287.356,56	405.740,29	0,86		
			PORCENTAJE DEL TOTAL	89,04%	89,20%	95,28%		

(1). Véase fórmula 2 de la nota a pie de página 2 anterior.
(2). Porcentaje simple de la categoría de actividad respecto al agregado de las tendencias de las categorías.
(3). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al agregado de la tendencia de las categorías.

Tabla A1.4.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 2 (sin LULUCF) – Año de referencia 90/95

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2-eq	Incertidumbre (%)	Contribución Nivel (1)	Acumulado Contribución
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N2O	9.726,65	400,4	36,2	36,2
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N2O	7.056,25	196,5	12,9	49,0
6B	Tratamiento de aguas residuales		N2O	1.072,24	500,2	5,0	54,0
6A	Depósito en vertederos		CH4	4.760,35	104,4	4,6	58,6
1A2	Combustión - Sector industria		N2O	400,07	900,0	3,3	62,0
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquido	CO2	21.685,46	15,2	3,1	65,0
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH4	1.242,69	223,6	2,6	67,6
1A4	Combustión - Otros sectores		N2O	299,71	900,2	2,5	70,1
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO2	57.777,54	4,5	2,4	72,5
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO2	24.521,30	10,5	2,4	74,9
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía		N2O	282,64	900,0	2,4	77,3
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N2O	2.272,89	101,3	2,1	79,4
4B	Gestión de estiércol		N2O	2.270,12	101,3	2,1	81,5
1A2	Combustión - Sector industria	Sólido	CO2	13.237,30	15,9	2,0	83,5
1A3a2	Aviación civil		CO2	4.129,65	35,4	1,4	84,8
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88	30,0	1,3	86,1
1A3b	Transporte por carretera	Diésel	CO2	24.435,56	5,5	1,2	87,4
1A4	Combustión - Otros sectores		CH4	819,42	151,3	1,2	88,5
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH4	11.579,64	10,4	1,1	89,6
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO2	1.499,79	75,0	1,0	90,7
	Subtotal			**193.707,17**		**90,69**	
	Emisiones totales			**287.356,56**		**100**	
	Porcentaje			**67,41%**			

Tabla A1.5.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 2 (sin LULUCF) – Año 2008

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2-eq	Incertidumbre (%)	Contribución Nivel (1)	Acumulado Contribución
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N_2O	8.491,98	400,4	26,1	26,1
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N_2O	6.279,88	196,5	9,5	35,6
6A	Depósito en vertederos		CH_4	11.322,27	104,4	9,1	44,6
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía		N_2O	730,70	900,0	5,0	49,7
6B	Tratamiento de aguas residuales		N_2O	1.247,97	500,2	4,8	54,5
1A2	Combustión - Sector industria		N_2O	579,57	900,0	4,0	58,5
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH_4	2.310,09	223,6	4,0	62,4
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	71.618,67	5,9	3,3	65,7
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquido	CO_2	24.707,65	16,6	3,2	68,8
2F	Consumo de halocarburos y SF_6		HFC&PFC	5.722,03	58,3	2,6	71,4
1A4	Combustión - Otros sectores		N_2O	333,92	900,3	2,3	73,7
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	25.017,75	11,5	2,2	75,9
1A3a2	Aviación civil		CO_2	7.314,30	38,8	2,2	78,1
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	3.319,13	82,5	2,1	80,2
4B	Gestión de estiércol		N_2O	2.676,87	101,3	2,1	82,3
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N_2O	2.549,50	101,3	2,0	84,2
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	46.674,24	4,6	1,6	85,9
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseoso	CO_2	35.202,43	5,7	1,5	87,4
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH_4	12.678,21	10,4	1,0	88,4
2A1	Producción de cemento		CO_2	14.744,46	8,4	1,0	89,4
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales		CO_2	3.506,54	31,6	0,9	90,2
			SUBTOTAL	287.028,17			
			EMISIONES TOTALES (sin LULUCF)	405.740,29			
			PORCENTAJE DEL TOTAL	70,74%			

(1). Véase fórmula 1 de la nota a pie de página 5 anterior.

Tabla A1.6.- Contribución por actividades a la "Tendencia" con un análisis de nivel 2 (sin LULUCF) – Año 2008

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2-eq Año de referencia 90/95	Gg CO_2-eq 2008	Incertidumbre 2008	Tendencia (1)	Contribución	Acumulado
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N_2O	9.726,65	8.491,98	400,4	7,30	31,8	31,8
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N_2O	7.056,25	6.279,88	196,5	2,5	11,0	42,7
6A	Depósito en vertederos		CH_4	4.760,35	11.322,27	104,4	1,7	7,3	50,0
2F	Consumo de halocarburos y SF_6		HFC&PFC	7,91	5.722,03	58,3	1,2	5,0	55,0
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía		N_2O	282,64	730,70	900,0	1,0	4,5	59,5
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	24.435,56	71.618,67	5,9	0,8	3,3	62,9
1A2	Combustión - Sector industria	Sólido	CO_2	13.237,30	5.626,68	16,1	0,7	3,2	66,0
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88	330,30	30,0	0,6	2,8	68,9
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	57.777,54	46.674,24	4,6	0,6	2,4	71,3
6B	Tratamiento de aguas residuales		N_2O	1.072,24	1.247,97	500,2	0,5	2,0	73,3
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseoso	CO_2	8.431,89	35.202,43	5,7	0,5	2,0	75,3
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH_4	1.242,69	2.310,09	223,6	0,4	1,9	77,2
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	24.521,30	25.017,75	11,5	0,4	1,7	78,8
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	1.499,79	3.319,13	82,5	0,3	1,5	80,3
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquido	CO_2	21.685,46	24.707,65	16,6	0,3	1,5	81,8
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Gaseoso	CO_2	437,08	33.581,85	2,4	0,3	1,2	83,1
1A4	Combustión - Otros sectores		N_2O	299,71	333,92	900,3	0,3	1,2	84,3
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos		CH_4	1.817,54	692,23	40,3	0,3	1,1	85,4
1A2	Combustión - Sector industria		CH_4	83,09	617,38	150,1	0,3	1,1	86,5
1A4	Combustión - Otros sectores		CH_4	819,42	681,26	151,6	0,3	1,1	87,6
1A4	Combustión - Otros sectores	Sólido	CO_2	2.282,29	557,07	26,7	0,2	1,1	88,7
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N_2O	2.272,89	2.549,50	101,3	0,2	1,0	89,7
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO_2	25.928,33	19.552,10	3,9	0,2	1,0	90,7
			SUBTOTAL	214.315,82	307.167,09				
			EMISIONES TOTALES	287.356,56	405.740,29				
			PORCENTAJE DEL TOTAL	74,58%	75,71%				

(1). Véase fórmula 1 de la nota a pie de página 5 anterior.

Tabla A.1.7- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 1 (con LULUCF-Convenio). –Año de referencia 90/95

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2 -eq		Contribución	Acumulado
				Emisiones	Absorciones	(1)	(2)
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	57.777,54		17,78	17,78
5A1	Bosque que se mantiene como bosque		CO_2		-39.185,50	12,06	29,84
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO_2	25.928,33		7,98	37,82
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	24.521,30		7,55	45,36
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	24.435,56		7,52	52,88
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquido	CO_2	21.685,46		6,67	59,56
1A2	Combustión - Sector industria	Sólido	CO_2	13.237,30		4,07	63,63
2A1	Producción de cemento		CO_2	12.534,33		3,86	67,49
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH_4	11.579,64		3,56	71,05
1A1b	Refino de petróleo	Líquido	CO_2	10.860,82		3,34	74,39
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N_2O	9.726,65		2,99	77,38
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseoso	CO_2	8.431,89		2,59	79,98
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N_2O	7.056,25		2,17	82,15
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Líquido	CO_2	6.006,63		1,85	84,00
6A	Depósito en vertederos		CH_4	4.760,35		1,46	85,46
1A3a2	Aviación civil		CO_2	4.129,65		1,27	86,73
4B	Gestión de estiércol		CH_4	4.072,35		1,25	87,99
2B2	Producción de ácido nítrico		N_2O	2.800,03		0,86	88,85
2A4+2A5+2A6+2A7+2B +2C2+2C3+2C4+2C5	Otros procesos industriales		CO_2	2.745,29		0,84	89,69
2C1	Producción de hierro y acero		CO_2	2.490,64		0,77	90,46
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	2.403,18		0,74	91,20
1A4	Combustión - Otros sectores	Sólido	CO_2	2.282,29		0,70	91,90
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N_2O	2.272,89		0,70	92,60
4B	Gestión de estiércol		N_2O	2.270,12		0,70	93,30
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras	Sólido	CO_2	1.847,39		0,57	93,87
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos		CH_4	1.817,54		0,56	94,43
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural		CO_2	1.656,31		0,51	94,94
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	1.499,79		0,46	95,40
			SUBTOTAL	270.829,54	-39.185,50		
			EMISIONES NETAS TOTALES	285.726,98	-39.427,61		
			PORCENTAJE DEL TOTAL	95%	99%		

(1). Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del inventario.
(2). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del inventario.

Tabla A.1.8.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 1 (con LULUCF-Convenio). – Año 2008

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2 -eq		Contribución	Acumulado
				Emisiones	Absorciones	(1)	(2)
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	71.618,67		15,48	15,48
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	46.674,24		10,09	25,58
5A1	Bosque que se mantiene como bosque		CO_2		-39.120,44	8,46	34,03
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseoso	CO_2	35.202,43		7,61	41,65
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Gaseoso	CO_2	33.581,85		7,26	48,91
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	25.017,75		5,41	54,32
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquido	CO_2	24.707,65		5,34	59,66
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO_2	19.552,10		4,23	63,89
2A1	Producción de cemento		CO_2	14.744,46		3,19	67,07
4A	Fermentación entérica de ganado doméstico		CH_4	12.678,21		2,74	69,81
1A4	Combustión - Otros sectores	Gaseoso	CO_2	11.912,91		2,58	72,39
6A	Depósito en vertederos		CH_4	11.322,27		2,45	74,84
1A1b	Refino de petróleo	Líquido	CO_2	10.749,09		2,32	77,16
5A2	Tierras que se convierten a bosque		CO_2		-9.726,12	2,10	79,27
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Líquido	CO_2	9.348,85		2,02	81,29
4D1	Suelos agrícolas – Emisiones directas		N_2O	8.491,98		1,84	83,12
1A3a2	Aviación civil		CO_2	7.314,30		1,58	84,70
4D3	Suelos agrícolas – Emisiones indirectas		N_2O	6.279,88		1,36	86,06
2F	Consumo de halocarburos y SF_6		HFC&PFC	5.722,03		1,24	87,30
1A2	Combustión - Sector industria	Sólido	CO_2	5.626,68		1,22	88,52
4B	Gestión de estiércol		CH_4	5.587,93		1,21	89,72
5B1	Tierras agrícolas que se mantienen como tierras agrícolas		CO_2		-4.546,87	0,98	90,71
2A4+2A5+2A6+2A7+2B +2C2+2C3+2C4+2C5	Otros procesos industriales		CO_2	3.506,54		0,76	91,47
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	3.319,13		0,72	92,18
4B	Gestión de estiércol		N_2O	2.676,87		0,58	92,76
4D2	Suelos agrícolas – Producción animal		N_2O	2.549,50		0,55	93,31
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH_4	2.310,09		0,50	93,81
2C1	Producción de hierro y acero		CO_2	2.211,52		0,48	94,29
1B2	Emisiones fugitivas – Petróleo y gas natural		CO_2	2.172,79		0,47	94,76
5B1	Tierras agrícolas que se mantienen como tierras agrícolas		CO_2	2.072,60		0,45	95,21
			SUBTOTAL	386.952,33	-53.393,43		
			EMISIONES NETAS TOTALES	408.250,04	-54.281,25		
			PORCENTAJE DEL TOTAL	94,8%	98,4%		

(1). Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del inventario.

(2). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del inventario.

Tabla A.1.9.- Contribución por actividades a la "Tendencia" con un análisis de nivel 1 (con LULUCF-Convenio). – Año 2008

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2-eq Año de referencia 90/95	Gg CO_2-eq 2008	Tendencia (1)	Contribución (2)	Acumulado (3)
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	24.435,56	71.618,67	0,112	12,98	12,98
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	57.777,54	46.674,24	0,109	12,58	25,56
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Gaseoso	CO_2	437,08	33.581,85	0,101	11,62	37,18
1A2	Combustión – Sector industria	Gaseoso	CO_2	8.431,89	35.202,43	0,071	8,18	45,36
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO_2	25.928,33	19.552,10	0,053	6,14	51,50
5A1	Bosque que se mantiene como bosque		CO_2	-39.185,50	-39.120,44	0,051	5,85	57,35
1A2	Combustión – Sector industria	Sólido	CO_2	13.237,30	5.626,68	0,040	4,67	62,02
1A4	Combustión - Otros sectores	Gaseoso	CO_2	1.318,59	11.912,91	0,031	3,54	65,56
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	24.521,30	25.017,75	0,030	3,50	69,06
5A2	Tierras que se convierten a bosque		CO_2	-195,39	-9.726,12	0,029	3,39	72,45
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88	330,30	0,019	2,21	74,67
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquido	CO_2	21.685,46	24.707,65	0,019	2,19	76,85
2F	Consumo de halocarburos y SF6		HFC&PFC	7,91	5.722,03	0,017	2,01	78,87
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N_2O	9.726,65	8.491,98	0,016	1,89	80,76
1A1b	Refino de petróleo	Líquido	CO_2	10.860,82	10.749,09	0,014	1,67	82,43
5B1	Tierras agrícolas que se mantienen como tierras agrícolas		CO_2		-4.546,87	0,014	1,60	84,03
6A	Depósito en vertederos		CH_4	4.760,35	11.322,27	0,014	1,60	85,63
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH_4	11.579,64	12.678,21	0,012	1,35	86,98
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N_2O	7.056,25	6.279,88	0,012	1,33	88,31
2A1	Producción de cemento		CO_2	12.534,33	14.744,46	0,010	1,10	89,41
2B2	Producción de ácido nítrico		N_2O	2.800,03	987,66	0,009	1,06	90,47
1A4	Combustión - Otros sectores	Sólido	CO_2	2.282,29	557,07	0,008	0,95	91,42
5B1	Tierras agrícolas que se mantienen como tierras agrícolas		CO_2		2.072,60	0,006	0,73	92,15
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos		CH_4	1.817,54	692,23	0,006	0,67	92,82
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras	Sólido	CO_2	1.847,39	937,64	0,005	0,60	93,42
1A1b	Refino de petróleo	Gaseoso	CO_2	45,08	1.679,41	0,005	0,57	93,99
1A3a2	Aviación civil		CO_2	4.129,65	7.314,30	0,004	0,50	94,50
2C1	Producción de hierro y acero		CO_2	2.490,64	2.211,52	0,004	0,47	94,97
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	1.499,79	3.319,13	0,004	0,42	95,38
			SUBTOTAL	216.468,42	310.590,65			
			EMISIONES NETAS TOTALES	248.532,63	353.968,80			
			PORCENTAJE DEL TOTAL	87,1%	87,7%			

(1). Véase fórmula 2 de la nota a pie de página 2 anterior.
(2). Porcentaje simple de la categoría de actividad respecto al agregado de las tendencias de las categorías.
(3). Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al agregado de la tendencia de las categorías.

Tabla A.1.10.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 2 (con LULUCF-Convenio). – Año de referencia 90/95

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2 -eq		Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado contribuciones
				Emisiones	Absorciones				
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N_2O	9.726,65		400,4	12,0	30,48	30,48
5A1	Bosque que se mantiene como bosque		CO_2		-39.185,50	51,2	6,2	15,71	46,19
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N_2O	7.056,25		196,5	4,3	10,85	57,04
6B	Tratamiento de aguas residuales		N_2O	1.072,24		500,2	1,7	4,20	61,24
6A	Depósito en vertederos		CH_4	4.760,35		104,4	1,5	3,89	65,13
1A2	Combustión - Sector industria		N_2O	400,07		900,0	1,1	2,82	67,95
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquido	CO_2	21.685,46		15,2	1,0	2,57	70,52
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH_4	1.242,69		223,6	0,9	2,17	72,69
1A4	Combustión - Otros sectores		N_2O	299,71		900,2	0,8	2,11	74,81
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	57.777,54		4,5	0,8	2,02	76,83
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	24.521,30		10,5	0,8	2,01	78,84
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía		N_2O	282,64		900,0	0,8	1,99	80,83
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal		N_2O	2.272,89		101,3	0,7	1,80	82,64
4B	Gestión de estiércol		N_2O	2.270,12		101,3	0,7	1,80	84,43
1A2	Combustión - Sector industria	Sólido	CO_2	13.237,30		15,9	0,6	1,65	86,08
1A3a2	Aviación civil		CO_2	4.129,65		35,4	0,4	1,14	87,23
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	24.435,56		5,5	0,4	1,04	88,27
1A4	Combustión - Otros sectores		CH_4	819,42		151,3	0,4	0,97	89,24
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH_4	11.579,64		10,4	0,4	0,95	90,19
			SUBTOTAL	187.569,50	-39.185,50				
			EMISIONES NETAS TOTALES	285.726,98	-39.427,62				
			PORCENTAJE DEL TOTAL	65,6%	99,4%				

Tabla A.1.11.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 2 (con LULUCF-Convenio). – Año 2008

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2 -eq		Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado contribuciones
				Emisiones	Absorciones				
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N_2O	8.491,98		400,4	7,35	19,66	19,66
5A1	Bosque que se mantiene como bosque		CO_2		-39.120,44	51,2	4,33	11,59	31,26
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N_2O	6.279,88		196,5	2,67	7,13	38,39
5B1	Tierras agrícolas que se mantienen como tierras agrícolas		CO_2		-4.546,87	270,0	2,65	7,10	45,49
6A	Depósito en vertederos		CH_4	11.322,27		104,4	2,56	6,84	52,33
1A1	Combustión – Sector Energía		N_2O	730,70		900,0	1,42	3,80	56,13
6B	Tratamiento de aguas residuales		N_2O	1.247,97		500,2	1,35	3,61	59,74
5C2	Tierras que se convierten a pastizales		CO_2		-887,81	600,3	1,15	3,08	62,82
1A2	Combustión - Sector industria		N_2O	579,57		900,0	1,13	3,02	65,84
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH_4	2.310,09		223,6	1,12	2,99	68,82
5A2	Tierras que se convierten a bosque		CO_2		-9.726,12	45,0	0,95	2,53	71,36
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	71.618,67		5,9	0,92	2,45	73,81
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquido	CO_2	24.707,65		16,6	0,89	2,38	76,19
2F	Consumo de halocarburos y SF_6		HFC&PFC	5.722,03		58,3	0,72	1,93	78,12
1A4	Combustión - Otros sectores		N_2O	333,92		900,3	0,65	1,74	79,86
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	25.017,75		11,5	0,62	1,66	81,51
1A3a2	Aviación civil		CO_2	7.314,30		38,8	0,61	1,64	83,15
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	3.319,13		82,5	0,59	1,58	84,74
4B	Gestión de estiércol		N_2O	2.676,87		101,3	0,59	1,57	86,31
4D2	Suelos agrícolas – Producción animal		N_2O	2.549,50		101,3	0,56	1,49	87,80
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	46.674,24		4,6	0,46	1,23	89,03
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseoso	CO_2	35.202,43		5,7	0,43	1,16	90,19
			SUBTOTAL	256.098,95	-54.281,25				
			EMISIONES NETAS TOTALES	408.250,04	-54.281,25				
			PORCENTAJE DEL TOTAL	62,7%	100%				

Tabla A.1.12.- Contribución por actividades a la "Tendencia" con un análisis de nivel 2 (con LULUCF-Convenio). – Año 2008

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2-eq Año de referencia 90/95	Gg CO_2-eq 2008	Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado contribuciones
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N_2O	9.726,65	8.491,98	400,4	6,57	21,99	21,99
5B1	Tierras agrícolas que se mantienen como tierras agrícolas		CO_2		-4.546,87	270,0	3,75	12,55	34,54
5A1	Bosque que se mantiene como bosque		CO_2	-39.185,50	-39.120,44	51,2	2,60	8,70	43,23
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N_2O	7.056,25	6.279,88	196,5	2,27	7,59	50,82
5C2	Tierras que se convierten a pastizales		CO_2	-46,73	-887,81	600,3	1,58	5,28	56,10
6A	Depósito en vertederos		CH_4	4.760,35	11.322,27	104,4	1,45	4,84	60,95
5A2	Tierras que se convierten a bosque		CO_2	-195,39	-9.726,12	45,0	1,32	4,42	65,37
2F	Consumo de halocarburos y SF_6		HFC&PFC	7,91	5.722,03	58,3	1,02	3,40	68,78
1A1	Combustión – Sector Energía		N_2O	282,64	730,70	900,0	0,90	3,02	71,79
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	24.435,56	71.618,67	5,9	0,67	2,23	74,02
1A2	Combustión - Sector industria	Sólido	CO_2	13.237,30	5.626,68	16,1	0,65	2,18	76,20
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	4.637,88	330,30	30,0	0,58	1,93	78,12
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	57.777,54	46.674,24	4,6	0,50	1,66	79,79
6B	Tratamiento de aguas residuales		N_2O	1.072,24	1.247,97	500,2	0,43	1,43	81,22
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseoso	CO_2	8.431,89	35.202,43	5,7	0,40	1,35	82,57
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH_4	1.242,69	2.310,09	223,6	0,37	1,23	83,80
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	24.521,30	25.017,75	11,5	0,35	1,16	84,97
1A4	Combustión - Otros sectores	Líquido	CO_2	21.685,46	24.707,65	16,6	0,32	1,06	86,02
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	1.499,79	3.319,13	82,5	0,30	1,00	87,02
1A4	Combustión - Otros sectores		N_2O	299,71	333,92	900,3	0,26	0,86	87,88
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Gaseoso	CO_2	437,08	33.581,85	2,4	0,25	0,82	88,70
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos		CH_4	1.817,54	692,23	40,3	0,23	0,78	89,48
1A2	Combustión - Sector industria		CH_4	83,09	617,38	150,1	0,23	0,77	90,25
			SUBTOTAL	143.585,27	229.545,92				
			EMISIONES NETAS TOTALES	248.532,63	353.968,80				
			PORCENTAJE DEL TOTAL	57,8%	64,8%				

Tabla A.1.13.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 1 (LULUCF-PK). – Año 1990

CATEGORÍAS IPCC		Gas	Gg CO_2 -eq Emisiones	Gg CO_2 -eq Absorciones	Contribución	Acumulado
5A1	Bosque que se mantiene como bosque	CO_2		-2.647,06	78,33	78,33
5E2	Tierras que se convierten en asentamientos	CO_2	299,99		8,88	87,20
5A2	Tierras que se convierten a bosque	CO_2		-195,39	5,78	92,98
5A1	Bosque que se mantiene como bosque	CH_4&N_2O	190,39		5,63	98,62
		SUBTOTAL	490,39	-2.842,45		
		EMISIONES NETAS TOTALES	490,39	-2.889,17		
		PORCENTAJE DEL TOTAL	100,0%	98,4%		

Tabla A.1.14.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 1 (LULUCF-PK). – Año 2008

CATEGORÍAS IPCC		Gas	Gg CO_2 -eq Emisiones	Gg CO_2 -eq Absorciones	Contribución	Acumulado
5A2	Tierras que se convierten a bosque	CO_2		-9.726,12	48,54	48,54
5B1	Tierras agrícolas que se mantienen como tierras agrícolas	CO_2		-4.546,87	22,69	71,23
5A1	Bosque que se mantiene como bosque	CO_2		-2.480,53	12,38	83,61
5B1	Tierras agrícolas que se mantienen como tierras agrícolas	CO_2	2.072,60		10,34	93,95
5C2	Tierras que se convierten a pastizales	CO_2		-887,81	4,43	98,38
		SUBTOTAL	2.072,60	-17.641,33		
		EMISIONES NETAS TOTALES	2.396,45	-17.641,33		
		PORCENTAJE DEL TOTAL	86,5%	100,0%		

Tabla A.1.15.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 2 (LULUCF-PK). – Año 1990

CATEGORÍAS IPCC		Gas	Gg CO_2 -eq Emisiones	Gg CO_2 -eq Absorciones	Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado contribuciones
5C2	Tierras que se convierten a pastizales	CO_2		-46,73	600	8,30	42,19	42,19
5E2	Tierras que se convierten en asentamientos	CO_2	299,99		67	5,95	30,25	72,44
5A1	Bosque que se mantiene como bosque	CH_4&N_2O	190,39		50	2,82	14,33	86,77
5A2	Tierras que se convierten a bosque	CO_2		-195,39	45	2,60	13,23	100,00
		SUBTOTAL	490,39	-242,11				
		EMISIONES NETAS TOTALES	490,39	-2.889,17				
		PORCENTAJE DEL TOTAL	100,0%	8,4%				

Tabla A.1.16.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 2 (LULUCF-PK). – Año 2008

CATEGORÍAS IPCC		Gas	Gg CO_2 -eq Emisiones	Gg CO_2 -eq Absorciones	Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado contribuciones
5B1	Tierras agrícolas que se mantienen como tierras agrícolas	CO_2		-4.546,87	270	61,27	54,50	54,50
5C2	Tierras que se convierten a pastizales	CO_2		-887,81	600	26,58	23,65	78,15
5A2	Tierras que se convierten a bosque	CO_2		-9.726,12	45	21,84	19,43	97,58
		SUBTOTAL		-15.160,81				
		EMISIONES NETAS TOTALES	2.396,45	-17.641,33				
		PORCENTAJE DEL TOTAL	0,0%	85,9%				

Tabla A.1.17.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 1 (con LULUCF-PK). – Año 1990

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2 -eq		Contribución	Acumulado
				Emisiones	Absorciones		
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	57.777,54		20,03	20,03
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO_2	25.928,33		8,99	29,01
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	24.521,30		8,50	37,51
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	24.435,56		8,47	45,98
1A4	Combustión – Otros sectores	Líquido	CO_2	21.685,46		7,52	53,50
1A2	Combustión - Sector industria	Sólido	CO_2	13.237,30		4,59	58,09
2A1	Producción de cemento		CO_2	12.534,33		4,34	62,43
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH_4	11.579,64		4,01	66,45
1A1b	Refino de petróleo	Líquido	CO_2	10.860,82		3,76	70,21
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N_2O	9.726,65		3,37	73,58
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseoso	CO_2	8.431,89		2,92	76,50
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N_2O	7.056,25		2,45	78,95
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Líquido	CO_2	6.006,63		2,08	81,03
6A	Depósito en vertederos		CH_4	4.760,35		1,65	82,68
1A3a2	Aviación civil		CO_2	4.129,65		1,43	84,11
4B	Gestión de estiércol		CH_4	4.072,35		1,41	85,53
2B2	Producción de ácido nítrico		N_2O	2.800,03		0,97	86,50
2A4+2A5+2A6+2A7 +2B+2C2+2C3+2C4 +2C5	Otros procesos industriales		CO_2	2.745,29		0,95	87,45
5A1	Bosque que se mantiene como bosque		CO_2		-2.647,06	0,92	88,37
2C1	Producción de hierro y acero		CO_2	2.490,64		0,86	89,23
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22		HFC	2.403,18		0,83	90,06
1A4	Combustión – Otros sectores	Sólido	CO_2	2.282,29		0,79	90,85
4D2	Suelos agrícolas – Producción animal		N_2O	2.272,89		0,79	91,64
4B	Gestión de estiércol		N_2O	2.270,12		0,79	92,43
1A1c	Comb. estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras	Sólido	CO_2	1.847,39		0,64	93,07
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos		CH_4	1.817,54		0,63	93,70
1B2	Emisiones fugitivas – Petróleo y gas natural		CO_2	1.656,31		0,57	94,27
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	1.499,79		0,52	94,79
1A4	Combustión – Otros sectores	Sólido	CO_2	1.318,59		0,46	95,25
			SUBTOTAL	274.382,83	-2.647,06		
			EMISIONES NETAS TOTALES	285.613,68	-2.889,17		
			PORCENTAJE DEL TOTAL	96,1%	91,6%		

Tabla A.1.18.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 1 (con LULUCF-PK). – Año 2008

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2 -eq		Contribución	Acumulado
				Emisiones	Absorciones		
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	71.618,67		16,82	16,82
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	46.674,24		10,96	27,78
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseoso	CO_2	35.202,43		8,27	36,05
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Gaseoso	CO_2	33.581,85		7,89	43,94
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	25.017,75		5,88	49,81
1A4	Combustión – Otros sectores	Líquido	CO_2	24.707,65		5,80	55,62
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO_2	19.552,10		4,59	60,21
2A1	Producción de cemento		CO_2	14.744,46		3,46	63,67
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH_4	12.678,21		2,98	66,65
1A4	Combustión – Otros sectores	Gaseoso	CO_2	11.912,91		2,80	69,45
6A	Depósito en vertederos		CH_4	11.322,27		2,66	72,11
1A1b	Refino de petróleo	Líquido	CO_2	10.749,09		2,52	74,63
5A2	Tierras que se convierten a bosque		CO_2		-9.726,12	2,28	76,92
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Líquido	CO_2	9.348,85		2,20	79,11
4D1	Suelos agrícolas – Emisiones directas		N_2O	8.491,98		1,99	81,11
1A3a2	Aviación civil		CO_2	7.314,30		1,72	82,82
4D3	Suelos agrícolas – Emisiones indirectas		N_2O	6.279,88		1,47	84,30
2F	Consumo de halocarburos y SF_6		HFC&PFC	5.722,03		1,34	85,64
1A2	Combustión - Sector industria	Sólido	CO_2	5.626,68		1,32	86,96
4B	Gestión de estiércol		CH_4	5.587,93		1,31	88,28
5B1	Tierras agrícolas que se mantienen como tierras agrícolas		CO_2		-4.546,87	1,07	89,34
2A4+2A5+2A6+2A7 +2B+2C2+2C3+2C4 +2C5	Otros procesos industriales		CO_2	3.506,54		0,82	90,17
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	3.319,13		0,78	90,95
4B	Gestión de estiércol		N_2O	2.676,87		0,63	91,58
4D2	Suelos agrícolas – Producción animal		N_2O	2.549,50		0,60	92,17
5A1	Bosque que se mantiene como bosque		CO_2		-2.480,53	0,58	92,76
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH_4	2.310,09		0,54	93,30
2C1	Producción de hierro y acero		CO_2	2.211,52		0,52	93,82
1B2	Emisiones fugitivas – Petróleo y gas natural		CO_2	2.172,79		0,51	94,33
5B1	Tierras agrícolas que se mantienen como tierras agrícolas		CO_2	2.072,60		0,49	94,82
1A1b	Refino de petróleo	Gaseoso	CO_2	1.679,41		0,39	95,21
			SUBTOTAL	388.631,75	-16.753,52		
			EMISIONES NETAS TOTALES	408.136,74	-17.641,33		
			PORCENTAJE DEL TOTAL	95,2%	95,0%		

Tabla A.1.19.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 2 (con LULUCF-PK). – Año 1990

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2 -eq		Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado contribuciones
				Emisiones	Absorciones				
4D1	Suelos agrícolas – Emisiones directas		N_2O	9.726,65		400,4	13,5	36,16	36,16
4D3	Suelos agrícolas – Emisiones indirectas		N_2O	7.056,25		196,5	4,8	12,87	49,04
6B	Tratamiento de aguas residuales		N_2O	1.072,24		500,2	1,9	4,98	54,02
6A	Depósito en vertederos		CH_4	4.760,35		104,4	1,7	4,61	58,63
1A2	Combustión - Sector industria		N_2O	400,07		900,0	1,3	3,34	61,97
1A4	Combustión – Otros sectores	Líquido	CO_2	21.685,46		15,2	1,1	3,05	65,03
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH_4	1.242,69		223,6	1,0	2,58	67,61
1A4	Combustión – Otros sectores		N_2O	299,71		900,2	0,9	2,51	70,11
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	57.777,54		4,5	0,9	2,40	72,51
1A2	Combustión - Sector industria	L	CO_2	24.521,30		10,5	0,9	2,39	74,90
1A1	Combustión – Sector energía		N_2O	282,64		900,0	0,9	2,36	77,26
4D2	Suelos agrícolas – Producción animal		N_2O	2.272,89		101,3	0,8	2,14	79,40
4B	Gestión de estiércol		N_2O	2.270,12		101,3	0,8	2,13	81,54
1A2	Combustión - Sector industria	Sólido	CO_2	13.237,30		15,9	0,7	1,96	83,49
1A3a2	Aviación civil		CO_2	4.129,65		35,4	0,5	1,36	84,85
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	24.435,56		5,5	0,5	1,24	86,09
1A4	Combustión – Otros sectores		CH_4	819,42		151,3	0,4	1,15	87,24
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH_4	11.579,64		10,4	0,4	1,12	88,36
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	1.499,79		75,0	0,4	1,05	89,41
2A1	Producción de cemento		CO_2	12.534,33		8,4	0,4	0,98	90,39
			SUBTOTAL	201.603,62	0,00				
			EMISIONES NETAS TOTALES	285.613,68	-2.889,17				
			PORCENTAJE DEL TOTAL	70,6%	0,0%				

Tabla A.1.20.- Contribución por actividades al "Nivel" con un análisis de nivel 2 (con LULUCF-PK). – Año 2008

CATEGORÍAS IPCC		Combustible	Gas	Gg CO_2 -eq		Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado contribuciones
				Emisiones	Absorciones				
4D1	Suelos agrícolas – Emisiones directas		N_2O	8.491,98		400,4	8,0	22,24	22,24
4D3	Suelos agrícolas – Emisiones indirectas		N_2O	6.279,88		196,5	2,9	8,07	30,31
5B1	Tierras agrícolas que se mantienen como tierras agrícolas		CO_2		-4.546,87	270,0	2,9	8,03	38,34
6A	Depósito en vertederos		CH_4	11.322,27		104,4	2,8	7,73	46,08
1A1	Combustión – Sector energía		N_2O	730,70		900,0	1,5	4,30	50,38
6B	Tratamiento de aguas residuales		N_2O	1.247,97		500,2	1,5	4,08	54,46
5C2	Tierras que se convierten a pastizales		CO_2		-887,81	600,3	1,3	3,49	57,95
1A2	Combustión - Sector industria		N_2O	579,57		900,0	1,2	3,41	61,36
6B	Tratamiento de aguas residuales		CH_4	2.310,09		223,6	1,2	3,38	64,74
5A2	Tierras que se convierten a bosque		CO_2		-9.726,12	45,0	1,0	2,86	67,60
1A3b	Transporte por carretera	Diesel	CO_2	71.618,67		5,9	1,0	2,78	70,38
1A4	Combustión – Otros sectores	Líquido	CO_2	24.707,65		16,6	1,0	2,69	73,07
2F	Consumo de halocarburos y SF_6		HFC&PFC	5.722,03		58,3	0,8	2,18	75,25
1A4	Combustión – Otros sectores		N_2O	333,92		900,3	0,7	1,97	77,22
1A2	Combustión - Sector industria	Líquido	CO_2	25.017,75		11,5	0,7	1,87	79,09
1A3a2	Aviación civil		CO_2	7.314,30		38,8	0,7	1,86	80,95
1A3d2	Tráfico marítimo nacional		CO_2	3.319,13		82,5	0,6	1,79	82,74
4B	Gestión de estiércol		N_2O	2.676,87		101,3	0,6	1,77	84,51
4D2	Suelos agrícolas – Producción animal		N_2O	2.549,50		101,3	0,6	1,69	86,20
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público	Sólido	CO_2	46.674,24		4,6	0,5	1,39	87,60
1A2	Combustión - Sector industria	Gaseoso	CO_2	35.202,43		5,7	0,5	1,31	88,91
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico		CH_4	12.678,21		10,4	0,3	0,87	89,78
2A1	Producción de cemento		CO_2	14.744,46		8,4	0,3	0,81	90,59
			SUBTOTAL	283.521,62	-15.160,81				
			EMISIONES NETAS TOTALES	408.136,74	-17.641,33				
			PORCENTAJE DEL TOTAL	69,5%	85,9%				

ANEXO 2.- EXAMEN DETALLADO DE LA METODOLOGÍA Y LOS DATOS PARA ESTIMAR LAS EMISIONES DE CO_2 PROCEDENTES DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES

Por conveniencia para la exposición realizada en el capítulo 3 “Energía” del presente informe, se ha optado por incluir en dicho capítulo la información detallada sobre variables de actividad, algoritmos y factores para la estimación de las emisiones de CO_2 provenientes de la quema de combustibles fósiles, y es por ello que se obvia la reiteración de la presentación de su contenido en este anexo. Se remite pues al capítulo 3 para la consulta de la información correspondiente.

ANEXO 3.- OTRAS DESCRIPCIONES METODOLÓGICAS DETALLADAS DE DETERMINADOS SECTORES

En los epígrafes de este anexo se presentan en detalle algunas descripciones metodológicas de la estimación de las emisiones para determinados sectores o categorías de actividad que amplían la exposición realizada en los correspondientes capítulos sectoriales.

A3.1.- Emisiones fugitivas. Transformación de combustibles sólidos (CO_2)

En ediciones pasadas los contactos desarrollados con el sector de siderurgia integral en las fases de validación y verificación del inventario evidenciaron que la aplicación de los factores de emisión que habitualmente figuran en la literatura no garantiza el balance de masa de carbono entre las entradas y las salidas a los hornos de coque. Observando tal principio, la metodología para esta categoría se ha acometido computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas y elevar la cantidad resultante por el ratio 44/12.

Este enfoque se ha desarrollado a partir de la información suministrada por las dos plantas siderúrgicas integrales existentes en el periodo 2000-2008. Para los años 1990 a 2002 se ha aplicado un único factor, por tonelada de coque producido, resultante de promediar la información conjunta disponible para los años 2000-2002. Para los años 2003 y 2004, la alta variabilidad en los factores implícitos y, en algunos casos, fuera de los rangos convencionales motivó que, por un lado, en las coquerías no emplazadas en siderurgia se utilizara el valor promedio observado en el periodo 2000-2002 en los años posteriores; y por otro lado, en las coquerías emplazadas en plantas siderúrgicas se han utilizado en los años 2003 y 2004 los factores específicos por planta derivados en 2003, mientras que en los años 2005-2008, y partiendo de dichos factores implícitos en cada uno de los centros se ha realizado una imputación manteniendo la restricción del balance de carbono total de los centros para las coquerías ubicadas en la siderurgia.

En la tabla A3.1.1 se presenta la plantilla general elaborada para la recogida de información procedente de las plantas de siderurgia integral.

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
	Antracita y carbón sub-bituminoso		kt		% C		t C
	Pasta de carbón		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 CO_2		**kt CO_2**

Factor de emisión CO_2 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 Agroalimentaria” del MAPA, ver la Tabla A3.2.1.

Aún así algunas categorías no eran adecuadas para el cálculo de las emisiones y se ha optado por dividirlas en subcategorías. Este es el caso de los animales con metodología con enfoque de nivel 3 (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.

Tabla A3.2.1.- Categorías del anuario de estadística agroalimentaria

GANADO BOVINO

Provincias y Comunidades Autónomas	Total ganado bovino	Animales con menos de 12 meses			Animales de 12 a menos de 24 meses			Animales con 24 meses o más								
		Destinados a sacrificio	Otros		Machos	Hembras		Machos	Hembras							
			Machos	Hembras		Para sacrificio	Para reposición		Nunca han parido				Han parido al menos una vez			
									Para sacrificio	Para ordeño		Para no ordeño	De ordeño		Nunca se ordeñan
										Frisonas	Otras		Frisonas	Otras	

GANADO OVINO

Provincias y Comunidades Autónomas	Total ganado ovino	Corderos	Sementales	Hembras para vida				
				Nunca han parido			Que ya han parido	
				No cubiertas	Cubiertas por 1ª vez		Ordeñadas	No ordeñadas
					Ordeño	No ordeño		

GANADO CAPRINO

Provincias y Comunidades Autónomas	Total ganado caprino	Chivos	Sementales	Hembras para vida			
				Nunca han parido		Que ya han parido	
				No cubiertas	Cubiertas por 1ª vez	Ordeñadas	No ordeñadas

GANADO PORCINO

Provincias y Comunidades Autónomas	Total	Lechones	Cerdos de 20 a 49 kg p.v.	Cerdos para sacrificio			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.	Verracos	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

<table>
<tr><td>Vacuno de Ordeño</td><td colspan="5">Frisonas</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">Otras</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Resto vacuno</td><td rowspan="3">e< 12 meses</td><td colspan="4">Sacrificio</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Otros</td><td>Machos</td><td colspan="2">Sacrificio</td></tr>
<tr><td>Machos</td><td colspan="2">Reposición</td></tr>
<tr><td>Hembras</td><td colspan="2">Sacrificio</td></tr>
<tr><td>Hembras</td><td colspan="2">Reposición</td></tr>
<tr><td rowspan="2">12 meses <e< 24 meses</td><td colspan="2">Machos</td><td colspan="2">Sacrificio</td></tr>
<tr><td colspan="2">Machos</td><td colspan="2">Reposición</td></tr>
<tr><td rowspan="2">12 meses <e< 24 meses</td><td colspan="2">Hembras</td><td colspan="2">Sacrificio</td></tr>
<tr><td colspan="2">Hembras</td><td colspan="2">Reposición</td></tr>
<tr><td rowspan="5">e> 24 meses</td><td colspan="4">Sementales</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Hembras</td><td rowspan="3">No paridas</td><td colspan="2">Sacrificio</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Ordeño</td><td>Frisonas</td></tr>
<tr><td>Otras</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nodrizas</td></tr>
<tr><td>Paridas</td><td colspan="2">Nodrizas</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Ovino</td><td rowspan="2">Corderos reposición</td><td colspan="4">Machos</td></tr>
<tr><td colspan="4">Hembras</td></tr>
<tr><td colspan="5">Cordero Lechal</td></tr>
<tr><td colspan="5">Cordero Pascual</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Reproductores</td><td colspan="4">Machos</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Hembras</td><td colspan="3">No paridas</td></tr>
<tr><td>Paridas</td><td colspan="2">No ordeño</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="2">Ordeño</td></tr>
<tr><td rowspan="20">Porcino ibérico</td><td colspan="5">Lechones (8,5 a 24 kg)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Cerdo de 24-49 kg para montanera o recebo</td></tr>
<tr><td colspan="5">Cerdo de 24-49 kg para cría a pienso</td></tr>
<tr><td colspan="5">Cerdo de 50-79 kg para montanera o recebo</td></tr>
<tr><td colspan="5">Cerdo de 50-79 kg para cría a pienso</td></tr>
<tr><td colspan="5">Cerdo de 80-109 kg para montanera o recebo</td></tr>
<tr><td colspan="5">Cerdo de 80-109 kg para cría a pienso</td></tr>
<tr><td colspan="5">Cerdo > 110 kg en montanera o recebo</td></tr>
<tr><td colspan="5">Cerdo > 110 kg acabado a pienso</td></tr>
<tr><td colspan="5">Verracos jóvenes</td></tr>
<tr><td colspan="5">Verracos adultos</td></tr>
<tr><td colspan="5">Reproductora no cubierta</td></tr>
<tr><td colspan="5">Reproductora en 1ª gestación</td></tr>
<tr><td colspan="5">Reproductora en gestación</td></tr>
<tr><td colspan="5">Reproductoras criando por 1ª vez</td></tr>
<tr><td colspan="5">Reproductoras criando</td></tr>
<tr><td colspan="5">Reproductoras en reposo por 1ª vez</td></tr>
<tr><td colspan="5">Reproductoras en reposo</td></tr>
</table>

Tabla A3.2.2. (continuación) - Categorías animales usadas en el inventario

Porcino blanco	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
Gallinas selectas	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
Gallinas camperas	Pollitas de recría camperas
	Gallinas ponedoras camperas < 12 meses
	Gallinas ponedoras camperas > 12 meses
Gallinas de carne	Broilers
	Pollitas de recría
	Gallinas reproductoras < 12 meses
	Gallinas reproductoras > 12 meses
Otras Aves	Otras aves
Caprino	Animales menores de 1 año
	Animales mayores de 1 año
Caballos	Animales menores de 1 año
	Animales mayores de 1 año
Mulas y asnos	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 CH_4 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 15º 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.- $MCFs_{jk}$ según sistema de gestión y temperatura

Temperatura media anual (ºC)	Factores de conversión de metano según sistema de manejo del estiércol para vacuno y porcino (MCFs)				
	Escurrido 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 ºC. 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 Inventario[1] es la siguiente:

$$Factor(t) = Factor(10) + b(10 - t)^m$$

donde:

Factor(t) = Factor de emisión a la temperatura t.

Factor(10) = Factor de emisión a 10ºC 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.

[1] Esta variación de la metodología fue notificada a la Unidad de Apoyo Técnico de IPCC.

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 º C y MCF= b * (t - 20)^m si t>= 20ºC
Almacenamiento en fosa bajo el lugar de confinamiento > 1 mes	39	45	72	2,900	0,008	MCF=39+ b * (t - 10)^m
Almacenamiento sólido	1	1,5	2	1,179	0,033	MCF=1+ b * (t - 10)^m
Camping	1	1,5	2	1,179	0,033	MCF=1+ b * (t - 10)^m
Líquido sin costra natural	39	45	72	2,900	0,008	MCF=39+ b * (t - 10)^m
Líquido con costra natural	39	45	72	2,900	0,008	MCF=39+ b * (t - 10)^m
Sin almacenamiento	0,1	0,5	1	1,380	0,017	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 º C y MCF= b * (t - 20)^m si t>= 20ºC
Almacenamiento cama profunda bovino >1 mes	39	45	72	2,900	0,008	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#HIconsts >

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 las 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
	Sandia	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
	Naranjo	0,07	2	C	0,80	4	E	0,5500	3	B	0,2030	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 (%)
		Planta
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
	Flores	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
	Flores	100
2004-2008	Tabaco	100
	Flores	100
	Algodón	33,3

A3.3.- Usos y cambios de uso de la tierra y silvicultura

En este epígrafe se presentan comentarios y tablas adicionales sobre el contenido del capítulo 7 "Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura" del informe del inventario 1990-2008. El epígrafe se estructura en dos subapartados que tratan respectivamente sobre:

a) Ilustración de la metodología utilizada en la categoría 5A (bosque) para el cálculo de la biomasa

b) Cálculo de la variable básica intermedia Carbono emitido como CO_2 en los incendios forestales

A3.3.1.- Ilustración de la metodología utilizada en la categoría 5A (bosque) para el cálculo de la biomasa

El cálculo del carbono existente debido a la biomasa viva en el bosque que se mantiene como bosque, se ha calculado utilizando un procedimiento basado en la GPG-2003.

Como ejemplo explicativo se presenta el caso de una de las provincias de España: Madrid. Un cálculo similar se ha realizado para todas las provincias.

De los dos Inventarios Forestales Nacionales (IFN2 e IFN3) utilizados se toman para cada provincia los datos de volumen maderable en m^3 por hectárea y por especie. El producto de estos volúmenes por los parámetros de expansión de biomasa[2] (BEF·D), da como resultado el **valor anual de biomasa aérea** (Ba) en toneladas de materia seca (m.s.) por hectárea.

$$Ba = V \bullet BEF \cdot D$$

donde,

Ba = biomasa aérea (t m.s. ha^{-1})

V = volumen maderable (m^3 ha^{-1})

$BEF \cdot D$ = factor de expansión de biomasa para convertir el volumen maderable a biomasa arbórea sobre el suelo (t m.s. m^{-3})

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.

[2] Estos parámetros de expansión de biomasa (BEF) se muestran, más adelante, en la tabla A.3.3.5.

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

donde,

B_{TOTAL} = biomasa total (t m.s. ha^{-1})

Ba = biomasa aérea (t m.s. ha^{-1})

R = relación raíz-vástago[3] (sin dimensiones)

En la Tabla 3A.1.8 de la GPG-2003 se proponen una serie de valores para R. Se han tomado los correspondientes a los tipos de vegetación de coníferas y frondosas, de las que se ha calculado la media de los valores, obteniendo:

- Bosque de coníferas. *R* = 0,337
- Bosque de frondosas. *R* = 0,326

Tabla A.3.3.1.- Conversión del volumen con corteza medido en el IFN2 al valor anual de biomasa, tanto aérea como subterránea

VCC	Especie	Vcc (m3/ha)	BEFD (t/m3)	R	Btotal=Vcc•BEF•(1+R)
Madrid	Árboles ripícolas	1,95	0,62	0,326	1,61
	Castanea sativa	0,14	0,75	0,326	0,14
	Fraxinus sp	1,88	0,83	0,326	2,07
	Otras frondosas	0,29	0,80	0,326	0,31
	Quercus faginea	0,21	1,11	0,326	0,31
	Quercus ilex	2,22	1,28	0,326	3,77
	Quercus pyrenaica, Q. Pubescens	4,03	1,11	0,326	5,94
	Quercus suber	0,03	1,28	0,326	0,05
	TOTAL FRONDOSAS				**14,19**
	Cupressus	0,04	0,55	0,337	0,03
	Juniperus communis, J.oxycedrus	0,28	0,80	0,337	0,30
	Pinus halepensis	0,59	0,74	0,337	0,59
	Pinus nigra	0,62	0,64	0,337	0,53
	Pinus pinaster	12,38	0,55	0,337	9,10
	Pinus pinea	6,24	0,73	0,337	6,10
	Pinus sylvestris	15,61	0,62	0,337	12,94
	Pinus uncinata	0,05	0,80	0,337	0,06
	TOTAL CONIFERAS				**29,64**
	TOTALES	**46,57**			**43,82**

A partir del resultado de B_{total} para cada inventario forestal (IFN2 e IFN3) y por provincia, se puede calcular su valor en cada año. Para ello se realiza la diferencia entre inventarios y se divide entre el número de años transcurridos entre éstos, obteniéndose un valor medio (el Incremento de B_{TOTAL} anual) que habrá que sumar en cada año para tener el valor de B_{TOTAL} del año siguiente (Tabla A.3.3.2).

[3] Entendido vástago como el total de la biomasa aérea.

Tabla A.3.3.2.- Obtención de los valores de B_{total} anual (G´t), a partir de los datos del Segundo y Tercer Inventario Forestal Nacional

Madrid	Btotal=Vcc o BEFD o (1+R) (tn m.s. o ha-1)	Años inventarios	Dif. años entre inventarios(A) (año)	Dif. Bt entre inventarios (B) (tn m.s. o ha-1)	B/A (tn m.s. o ha-1 o año-1)
IFN3	74,96	2000			
IFN2	43,82	1990	10	31,13346	3,11

Madrid	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	43,82	59,39	74,96	78,07	81,19	84,30	87,41	90,53	93,64	96,75	99,87

Este procedimiento de cálculo de las existencias se ha realizado para cada provincia, cada una de las cuales se ha agrupado en su respectiva Comunidad Autónoma, obteniéndose resultados al nivel de Comunidad Autónoma como se muestra en la tabla A.3.3.3 siguiente.

Tabla A.3.3.3.- Valores de B_{total} anual por Comunidad Autónoma

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Galicia	84,70	95,17	105,64	107,73	109,82	111,92	114,01	116,10	118,20	120,29	122,39
Baleares	49,25	51,15	53,06	53,44	53,82	54,20	54,58	54,96	55,34	55,72	56,10
Murcia	14,86	20,38	25,91	27,02	28,12	29,23	30,34	31,44	32,55	33,65	34,76
Asturias	96,12	120,31	144,51	149,35	154,19	159,02	163,86	168,70	173,54	178,38	183,22
Cantabria	138,41	163,11	187,81	192,75	197,69	202,63	207,56	212,50	217,44	222,38	227,32
Navarra	123,95	129,35	134,76	135,84	136,92	138,00	139,08	140,16	141,24	142,32	143,40
La Rioja	90,98	112,33	133,68	137,95	142,22	146,49	150,76	155,02	159,29	163,56	167,83
Madrid	43,82	59,39	74,96	78,07	81,18	84,30	87,41	90,52	93,64	96,75	99,86
Extremadura	17,88	28,12	38,37	40,42	42,47	44,52	46,57	48,61	50,66	52,71	54,76
Cataluña	59,35	70,80	82,24	84,53	86,82	89,11	91,40	93,69	95,98	98,27	100,56
Canarias	47,73	59,04	70,35	72,62	74,88	77,14	79,40	81,66	83,92	86,19	88,45
Castilla la Mancha	36,80	38,16	39,52	39,79	40,07	40,34	40,61	40,88	41,15	41,43	41,70
Castilla y Leon	43,70	56,24	68,79	71,30	73,81	76,31	78,82	81,33	83,84	86,35	88,86
Aragón	37,84	43,14	48,44	49,50	50,57	51,63	52,69	53,75	54,81	55,87	56,93
País Vasco	84,99	94,97	104,95	106,95	108,94	110,94	112,93	114,93	116,93	118,92	120,92
Valencia	28,53	29,16	29,79	29,92	30,04	30,17	30,30	30,42	30,55	30,68	30,80
Andalucía	27,51	30,86	34,21	34,89	35,56	36,23	36,90	37,57	38,24	38,91	39,58
España	**60,38**	**70,69**	**81,00**	**83,06**	**85,12**	**87,19**	**89,25**	**91,31**	**93,37**	**95,43**	**97,50**

Los datos de partida utilizados para realizar los cálculos están expresados por unidad de superficie (por hectárea). Por tanto, se ha de multiplicar por la superficie correspondiente para obtener el valor de las existencias totales.

Para la obtención de las 14 categorías consideradas en el cálculo del incremento medio anual de biomasa aérea en plantaciones a partir del Mapa de Productividad Potencial Forestal de España, se han tenido en cuenta los diversos factores litológicos y diferentes clases en las limitaciones para el crecimiento de bosques productivos, según se muestra en la tabla A.3.3.4 siguiente

Tabla A.3.3.4.- Tabla de categorías según la combinación de factores litológicos y de limitaciones para la productividad potencial

Categorías	Limitaciones para el crecimiento de bosques productivos
Ia	Tierras sin limitación para el crecimientos de bosques productivos en suelos considerados óptimos
Ib	Tierras sin limitación para el crecimientos de bosques productivos en suelos con alguna restricción
Ic	Tierras sin limitación para el crecimientos de bosques productivos en suelos sólo aceptables
IIa	Tierras que tienen limitaciones débiles en suelos considerados óptimos
IIb	Tierras que tienen limitaciones débiles en suelos con alguna característica restrictiva
IIIa	Tierras que tienen limitaciones moderadas en suelos considerados óptimos
IIIb	Tierras que tienen limitaciones moderadas en suelos con alguna característica restrictiva
IVa	Tierras que tienen limitaciones moderadamente graves en suelos considerados óptimos
IVb	Tierras que tienen limitaciones moderadamente graves en suelos con alguna característica restrictiva
Va	Tierras que tienen limitaciones graves en suelos considerados óptimos
Vb	Tierras que tienen limitaciones graves en suelos con alguna característica restrictiva
VIa	Tierras que tienen limitaciones muy graves en suelos considerados óptimos
VIb	Tierras que tienen limitaciones muy graves en suelos con alguna característica restrictiva
VII	Tierras con limitaciones suficientemente graves como para impedir la productividad

La superficie de bosque se ha dividido en dos subapartados: a) una superficie de bosque (*FL permanece*) que se mantiene como bosque una vez descontadas las superficies que se deforestan y que pasan a asentamientos (SL), y b) la superficie que pasa a ser bosque procedente de la forestación de tierras agrícolas (forestación de la PAC y otras forestaciones de tierras agrícolas), más forestación de pastizales (GL) y forestación de otras tierras (OL). De estas conversiones se da la conversión de cada año especificando la procedencia de la clase de uso de la tierra (CL, GL y OL), y se acumula a *FL transición* estas conversiones anuales hasta que ha transcurrido un periodo de 20 años. En el caso a) las estimaciones de carbono se han realizado según el apartado *7.2.2.1. Bosque que se mantiene como bosque* del capítulo 7, metodología recién explicada en este mismo apartado del anexo. En el caso b) se han calculado siguiendo la metodología del apartado *7.2.2.2. Tierras que pasan a ser bosque.*

Las estimaciones de carbono fijado, expresado ya en CO_2, se presentan en la tabla A.3.3.5 y en la figura 7.2.1 del capítulo 7:

Tabla A.3.3.5.- Fijación de carbono de los sistemas forestales expresada en masa *(Cifras en Gg CO_2)*

	1990	*1991*	*1992*	*1993*	*1994*	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*	*1999*
FL permanece	39.135	39.135	39.135	39.135	39.135	39.135	39.135	39.135	39.135	39.135
FL transición	-	163	396	622	852	1.544	2.471	3.588	4.606	5.682
CF	6	6	7	6	570	792	967	885	833	546
GF	67	133	125	84	58	50	63	76	56	71
OL	89	94	94	140	64	85	87	57	186	39
TOTAL	**39.298**	**39.531**	**39.757**	**39.987**	**40.679**	**41.606**	**42.723**	**43.741**	**44.817**	**45.472**

	2000	*2001*	*2002*	*2003*	*2004*	*2005*	*2006*	*2007*	*2008*
FL permanece	39.135	39.135	39.135	39.135	39.135	39.135	39.135	39.135	39.135
FL transición	6.337	7.070	7.517	7.868	8.237	8.728	9.033	9.350	9.517
CF	616	377	222	240	210	210	220	168	-
GF	61	10	53	50	9	11	16	-	-
OL	56	59	77	79	272	84	80	-	-
TOTAL	**46.206**	**46.652**	**47.003**	**47.372**	**47.863**	**48.168**	**48.485**	**48.653**	**48.653**

FL permanece: bosque (FL permanece) que se mantiene como bosque una vez descontadas las superficies que se deforestan
FL transición: Bosque procedente de la forestación de tierras agrícolas, pastizales y otras tierras.
CF: Cultivos que en el año pasan a ser bosque.
GF: Pastizales que en el año pasan a ser bosque.
OF: Otras tierras que en el año pasan a ser bosque.

Tabla A3.3.6.- Factores de expansión de biomasa (BEFD)

FACTORES DE EXPANSIÓN DE BIOMASA ("BEFD, Biomass Expansion Factor")

valores CREAF
valores obtenidos por comparación con otras especies
valores guía de buenas prácticas (1,6*0,5=0,8)

ESPECIES FRONDOSAS	BEFD	SP DE COMPARACIÓN
Acacia spp.	0,80	
Acer spp.	0,90	Ulmus
Alnus glutinosa	0,62	
Árboles fuera de monte (ribera arb.)	0,62	Alnus
Arboles ripícolas	0,62	Alnus
Arbutus unedo	0,80	
Betula spp.	0,73	
Castanea sativa	0,75	
Ceratonia siliqua	1,28	Q ilex
Corylus avellana	0,80	
Crataegus spp.	0,80	
Erica spp.	0,80	
Eucalyptus spp.	0,81	
Fagus sylvatica	0,81	
Fraxinus spp.	0,83	
Ilex spp.	0,80	
Laurus azorica	0,80	
Mezcla de árboles de ribera	0,62	Alnus
Mezcla de pequeñas frondosas	0,80	
Myrica faya	0,80	
Olea europaea	1,28	Q ilex
Otras especies	0,80	
Otras frondosas	0,80	
Otras laurisilvas	0,80	
Persea indica	0,80	
Phillyrea latifolia	0,80	
Phoenix canariensis	0,80	
Platanus spp.	0,90	Ulmus
Populus sp.	0,62	Alnus
Prunus spp.	0,80	
Quercus canariensis	1,00	
Quercus faginea	1,11	
Quercus ilex	1,28	
Quercus petraea	0,84	
Quercus pubescens (Q. humilis)	0,89	
Quercus pyrenaica	1,11	Q faginea
Quercus robur	0,84	Q petraea
Quercus rubra	0,80	
Quercus suber	1,28	Q ilex
Robinia pseudacacia. Sophora japonica	0,80	
Robinia pseudacacia. Sophora japonica. Gleditsia triacanthos.	0,80	
Salix spp.	0,80	
Sorbus spp.	0,80	
Tilia spp.	0,90	Ulmus
Ulmus spp.	0,90	

ESPECIES CONÍFERAS	BEFD	SP DE COMPARACIÓN
Abies alba	0,61	
Abies pinsapo	0,61	Abies alba
Cedrus sp.	0,55	P pinaster
Chamaecyparis lawsoniana	0,44	P radiata
Coníferas alóctonas	0,44	P radiata
Coníferas, excepto pinos y abetos	0,64	P nigra
Cupressus sp.	0,55	P pinaster
Juniperus spp.	0,80	
Larix spp.	0,64	P nigra
Otras coníferas	0,64	P nigra
Otros pinos	0,64	P nigra
Picea abies	0,44	P radiata
Pinus canariensis	0,55	P pinaster
Pinus halepensis	0,74	
Pinus nigra	0,64	
Pinus pinaster	0,55	
Pinus pinea	0,73	
Pinus radiata	0,44	
Pinus sylvestris	0,62	
Pinus uncinata	0,61	
Pseudotsuga menziessii	0,44	P radiata
Sabinares/enebrales	0,80	

FUENTES:
Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
Inventario Forestal Nacional (DGB; Ministerio de Medio Ambiente)
Centro de Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF)
Elaboración del Servicio de Protección contra Agentes Nocivos (SPCAN) según datos IFN

A3.3.2.- Cálculo de la variable básica intermedia Carbono emitido como CO_2 en los incendios forestales

Para el cálculo de las emisiones derivadas de los incendios forestales de gases de efecto invernadero distintos de CO_2 se requiere en aplicación de la metodología de IPCC (GPG-2003) el cálculo de la variable intermedia, masa de Carbono, emitida como CO_2 en los incendios forestales.

Para efectuar este cálculo debe determinarse previamente la masa de Carbono anterior al incendio y que va a ser afectada por el mismo dando origen a emisiones de CO_2.

En la tabla siguiente se muestra el algoritmo y los resultados del cálculo de la masa de Carbono antes del incendio que va a ser afectada por el mismo dando lugar a emisiones de CO_2

Tabla A3.3.7.- Estimación del Carbono almacenado antes de incendio (toneladas de C)

CARBONO ANTES DE INCENDIO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
M=Mc*dc + Mf*df + Sc*ic*dc + Sf*if*df	952.629	1.479.849	520.086	426.682	2.857.013	793.089	231.347	696.669	682.034	424.941
PL=0,2455 M	233.870	363.303	127.681	104.751	701.397	194.703	56.796	171.032	167.439	104.323
B=0,9636 M	917.954	1.425.983	501.155	411.151	2.753.017	764.220	222.926	671.311	657.208	409.473

CARBONO ANTES DE INCENDIO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
M=Mc*dc + Mf*df + Sc*ic*dc + Sf*if*df	884.332	358.474	564.709	779.157	626.659	1.302.582	2.816.535	191.307	119.376
PL=0,2455 M	217.103	88.005	138.636	191.283	153.845	319.784	691.459	46.966	29.307
B=0,9636 M	852.142	345.426	544.154	750.795	603.849	1.255.168	2.714.013	184.344	115.031

donde,

M Fracción comercial

B Resto de biomasa aérea

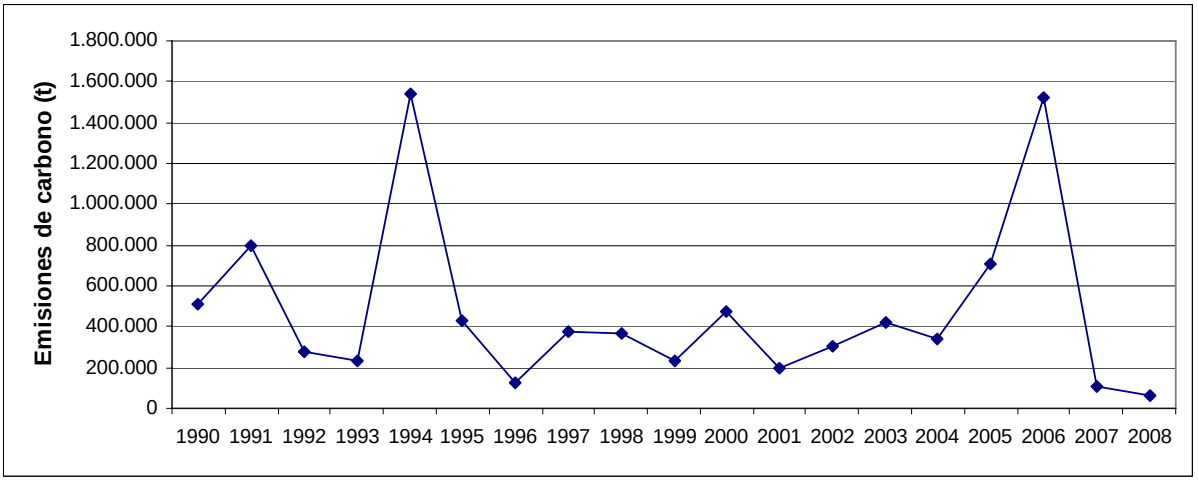
PL Hojarasca/desechos

Tabla A3.3.8.- Emisiones en masa de Carbono y masa de CO_2 originadas por los incendios forestales

EMISIONES	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
C=(0,2*(B+M) + 0,6*PL)	514.439	799.148	280.857	230.417	1.542.844	428.284	124.932	376.215	368.312	229.476
CO2=(0,2*(B+M) + 0,6*PL)*44/12	1.886.276	2.930.210	1.029.809	844.862	5.657.095	1.570.374	458.084	1.379.457	1.350.478	841.413

EMISIONES	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
C=(0,2*(B+M) + 0,6*PL)	477.557	193.583	304.954	420.760	338.408	703.420	1.520.985	103.310	64.465
CO2=(0,2*(B+M) + 0,6*PL)*44/12	1.751.042	709.805	1.118.165	1.542.787	1.240.831	2.579.208	5.576.946	378.802	236.373

Figura A3.3.1.- Serie histórica de emisiones de Carbono originadas por los incendios forestales e identificación de los años considerados categoría clave (toneladas de C)



ANEXO 4.- ENFOQUE DE REFERENCIA Y SU COMPARACIÓN CON EL ENFOQUE SECTORIAL

Enfoque de referencia

El enfoque de referencia proporciona una aproximación a las emisiones de CO_2 por combustión (categoría IPCC 1A), tratando exclusivamente con información agregada a nivel nacional de: a) producción interior de combustibles primarios; b) saldo neto de comercio exterior (importaciones menos exportaciones) de combustibles primarios y secundarios; c) variación de existencias (existencias inicial menos final) de combustibles primarios y secundarios; y d) uso no energético de combustibles primarios y secundarios.

Este procedimiento, que sigue un tratamiento arriba-abajo, sirve como método de contrastación de las estimaciones de emisiones de CO_2 en procesos combustivos realizadas con el enfoque sectorial, que sigue un tratamiento abajo-arriba, que es el efectivamente utilizado para la presentación de los resultados del inventario nacional español.

Descripción del enfoque

El principio de este procedimiento es el cómputo del carbono total emitido procedente de los combustibles fósiles consumidos en el país, sin distinguir el proceso o actividad socioeconómica en la cual se empleó.

Los datos socioeconómicos relativos al comercio exterior, procedencia o destino de los combustibles, determinan la disponibilidad para consumo nacional (consumo aparente)[1]. En este procedimiento se asume que la partida así estimada de combustible se consume íntegramente, en actividades de combustión o con fines no energéticos.

El enfoque contempla que el carbono presente en el combustible puede emitirse directamente a la atmósfera o permanecer en el producto no combustible que lo utiliza como materia prima o materia intermedia[2], o como residuo en las cenizas de la combustión. Atendiendo a este principio, el carbono emitido se estima con el carbono total contenido en el combustible disponible, descontando la parte retenida en el producto o en las cenizas. Se hace notar que la estimación de carbono emitido contabiliza las emisiones de carbono inmediatas, no así la oxidación retardada que pudiera ocasionarse en el carbono almacenado en los productos no-energéticos.

---

1 Disponibilidad total de combustibles primarios y cantidad neta (saldo neto del comercio exterior ajustado por la variación de existencias) para combustibles secundarios.

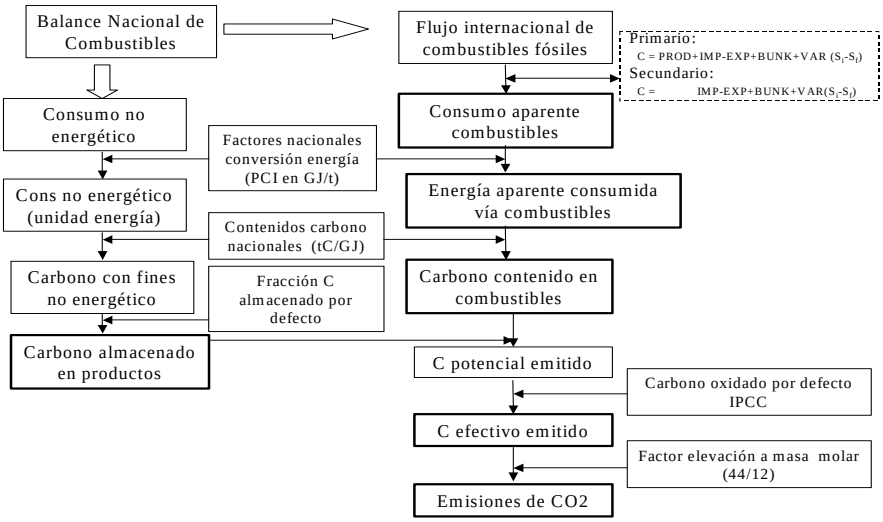
2 Entre los productos de uso no energético se pueden citar los insumos intermedios como los lubricantes o la nafta obtenidos en el refino del crudo de petróleo.

Aspectos metodológicos

Elección del método

El enfoque de referencia ha sido desarrollado siguiendo los criterios metodológicos expuestos en el Manual de Referencia 1996 de IPCC (véase diagrama explicativo en la figura A4.1 adjunta). Sólo hay que reseñar una cierta cualificación de la metodología descrita por IPCC con relación a los combustibles de uso no energético; en el caso de los "aceites de carbón y alquitranes" se ha adoptado como variable la producción de benzol y alquitrán bruto en coquerías, mientras que para "bitumen y alquitranes" se ha aplicado directamente el dato reportado bajo el epígrafe "Uso no energético" del balance energético nacional[3].

Figura A4.1.-criterios metodológicos de IPCC para el desarrollo del enfoque de referencia



Leyenda: C: Consumo aparente; PROD: Producción de un combustible primario; IMP: Importaciones; EXP: Exportaciones; BUNK: Búnkeres internacionales; VAR(S_i-S_f): Variación de existencias (diferencia entre las existencias a comienzos del año, S_i, y a finales del mismo, S_f).

Variables socioeconómicas

Las variables que intervienen en esta estimación están asociadas con los combustibles fósiles y son:

a) Flujos origen-destino: Comprende la exportación, importación, bunkers internacionales (marinos y aéreos) y variación nacional de existencias. En el caso de combustibles primarios se incluye junto a las variables ya mencionadas la producción.

[3] IPCC sugiere aplicar variables proxy para ambos grupos (Manual de Referencia 1996 de IPCC)

b) Usos no energéticos.

Todos los datos socioeconómicos proceden del balance de combustibles elaborado como parte del inventario de emisiones. Se enuncian a continuación las principales fuentes de referencia nacionales consultadas para su realización, por lo que respecta a las variables:

a) Balances energéticos de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y de EUROSTAT hasta el año penúltimo del periodo inventariado, y cuestionarios energéticos internacionales del MITYC para el último año del periodo inventariado, en el que no están disponibles aquellos balances. Estas fuentes se utilizan en el enfoque de referencia para la captura de la información de base relativa a los flujos origen-destino, bunkers internacionales (marinos y aéreos) e insumos no energéticos.

b) Estadísticas elaboradas por MITYC con datos de flujos entrada-salida en fábricas de pasta coquizable y coquerías, "Estadística de Fabricación de Pasta Coquizable, de Coquería y de Gas de Horno Alto", para la recopilación de información acerca del uso no energético de "Aceites de carbón y alquitranes", no disponible en la fuente anterior.

c) Información directa de planta relativa al uso de combustibles sólidos como insumos en la fabricación de productos no energéticos (carbonato sódico), que complementa a las fuentes anteriores.[4]

Cabe reseñar el carácter provisional del balance del inventario nacional para el último año del periodo inventariado (año 2008), dado que parte de la información de base del ultimo año inventariado tiene ese carácter provisional. El cuadre de los balances anuales es resultado del compendio y contrastación de toda la información disponible en la fase de elaboración del inventario actual.

Algoritmo de estimación de emisiones

En el algoritmo de estimación (véase diagrama explicativo en la figura A4.1 para mayor detalle) intervienen determinadas características de los combustibles fósiles y de sus formas de utilización: a) poderes caloríficos inferiores (PCI); b) contenidos de carbono; c) fracción de carbono almacenada en los productos que utilizan combustibles como materias primas o intermedias y d) fracción de carbono no oxidada.

Las características expresadas en el CRF Reporter corresponden a datos medios anuales del combustible tipo consumido; así, no deben interpretarse como valores representativos para cada partida que compone el consumo aparente (producción, importación, exportación, variación de existencias o bunkers internacionales), sino al consumo efectivo total. Esta recomendación tiene especial trascendencia en el caso de los

[4] La caracterización de los combustibles consumidos con este fin difiere del procedimiento adoptado por defecto en el Enfoque de Referencia (véase apartado siguiente *Algoritmo de estimación de emisiones*), Así, al disponer de un mayor conocimiento de los tipos de combustibles y proceso en que se consumen, se ha optado por aplicar en el cómputo de la energía y emisiones asociadas a dichos combustibles factores presumiblemente más apropiados.

carbones, hulla y antracita, cuya capacidad energética muestra variaciones significativas en función de su origen, nacional o internacional.

En la determinación de los valores medios anuales de PCI y contenidos de carbono se han tenido en cuenta las características implícitas, empleadas en el enfoque sectorial, para la estimación del CO_2 emitido en la categoría IPCC 1A. El inventario nacional dispone de información específica, a nivel de sector o de planta, de combustibles consumidos en sectores socioeconómicos de relevancia tales como refinerías, centrales térmicas, siderurgia integral o transporte y distribución de gas natural; a los combustibles de las restantes actividades combustivas se les ha asignado en el enfoque sectorial unas características estándares.

La fracción de carbono oxidada y, en los productos para cuya elaboración emplean combustibles como materia prima o intermedia, la fracción de carbono almacenada son características de las cuales actualmente no se dispone de información nacional exhaustiva, aplicando en su defecto las cantidades sugeridas en el Manual de Referencia 1996 de IPCC.

A continuación se realiza una descripción más pormenorizada de los valores y procedimientos de estimación de los distintos parámetros:

a) Poderes caloríficos inferiores (PCI):

Los movimientos origen-destino de los combustibles fósiles sólidos y líquidos en el enfoque de referencia vienen expresados en términos de masa, reproduciendo las cifras originales del balance de combustibles del inventario. El consumo aparente de estos combustibles es posteriormente convertido a unidades energéticas (TJ de poder calorífico inferior) aplicando un PCI representativo nacional.

En el caso de combustibles fósiles contemplados a nivel sectorial, se seleccionó en el enfoque de referencia el factor anual promedio obtenido ponderando el PCI aplicado en cada actividad A, PCI_A, por el correspondiente consumo de combustible en términos de masa, M_A:

$$PCI_{E.R,t} = \frac{\sum_A PCI_{A,t}\ M_{A,t}}{\sum_A M_{A,t}} \qquad t = t_0,...,t_n$$

Cuando el consumo nacional del combustible se realiza exclusivamente con fines no energéticos y, por tanto, no ha sido recogido en ninguna actividad de combustión se ha adoptado directamente el PCI por defecto propuesto en el Manual de Referencia 1996 de IPCC.

Los datos originales de los combustibles gaseosos (gas natural) vienen expresados en términos de energía de poder calorífico superior (TJ de PCS). Para la conversión a unidades energéticas de poder calorífico inferior se ha aplicado el factor deducido con la información proporcionada por la principal compañía transportadora nacional de gas natural.

b) Contenido de carbono (C):

El criterio observado en la elección del contenido de carbono ha sido favorecer la contrastación con el Enfoque Sectorial[5]. Así, en el enfoque de referencia se asignaron a los combustibles los contenidos de carbono anuales implícitos en el Enfoque Sectorial, C_{ES}, a partir de la emisión de carbono asociada y el consumo imputado del combustible:

$$C_{E.R,t} = C_{E.S,t} = \frac{EmisiónC_{E.S,t}}{EnergíaConsumida_{E.S,t}} = \frac{\left(12/44\right)\left(1/COxidado\right)EmisiónCO_{2\,E.S,t}}{EnergíaConsumida_{E.S,t}} \qquad t = t_0,...,t_n$$

Desarrollando la fórmula anterior con las emisiones de CO_2 y consumos por actividad emisora, A, podría expresarse la ecuación como sigue:

$$C_{E.R,t} = \left(12/44\right)\left(1/COxidado\right)\frac{\sum_A EmisiónCO_{2\,A,t}}{PCI_{E.R,t}\sum_A M_{A,t}} \qquad t = t_0,....,t_n$$

Igual que sucedía con los poderes caloríficos inferiores, este algoritmo no es aplicable cuando los consumos anuales de un combustible tienen fines exclusivamente no energéticos, seleccionando en tal caso los valores por defecto de IPCC.

c) Fracción de carbono almacenada en los productos para cuya elaboración se emplean combustibles como materia prima o intermedia:

Según ya se ha indicado en la introducción del subapartado *Algoritmo de estimación de emisiones*, la fuente de referencia principal fue el Manual de Referencia 1996 IPCC. Los valores por defecto sugeridos en dicha guía se han respetado, a excepción del propuesto para los aceites de carbón y alquitranes (provenientes del carbón coquizable), modificado según juicio de experto[6]. Al resto de productos, no contemplados por IPCC (coque de petróleo y otros productos petrolíferos), se les asignaron estimaciones de este factor (véase tabla A4.1).

[5] Contrastación orientada a la detección de coberturas parciales tanto en imputaciones de combustible como en identificación de actividades fuente combustivas en el inventario.

[6] La partida principal corresponde al alquitrán bruto, producto al cual se asume una fracción superior a la propuesta por IPCC.

Tabla A4.1.- Fracción de carbono almacenada en los productos elaborados a partir de combustibles

Producto/Combustible	Fracción C almacenado
Nafta	0,8
Lubricantes	0,5
Bitumen	1
Aceites de carbones y alquitranes	0,9
Gas natural	0,33
Coque de petróleo	0,8
Antracita (*)	0,95
Coque de carbón (*)	0,95
Otros productos petrolíferos	0,8

(*) Insumos en la producción de carbonato sódico.

Comparación del enfoque de referencia con el enfoque sectorial

En el inventario nacional, las discrepancias observadas entre ambos métodos son relativamente bajas, sólo superado el 2% en términos de CO_2 emitido (umbral a partir del cual IPCC solicita sea justificada la discrepancia) en los años 1997 y 1998 con porcentajes no superiores al 2,4%. En la tabla A4.2 se muestran las diferencias porcentuales tanto en términos de energía como de CO_2 emitido[7].

Tabla A4.2.- Diferencia enfoque de referencia vs. enfoque sectorial

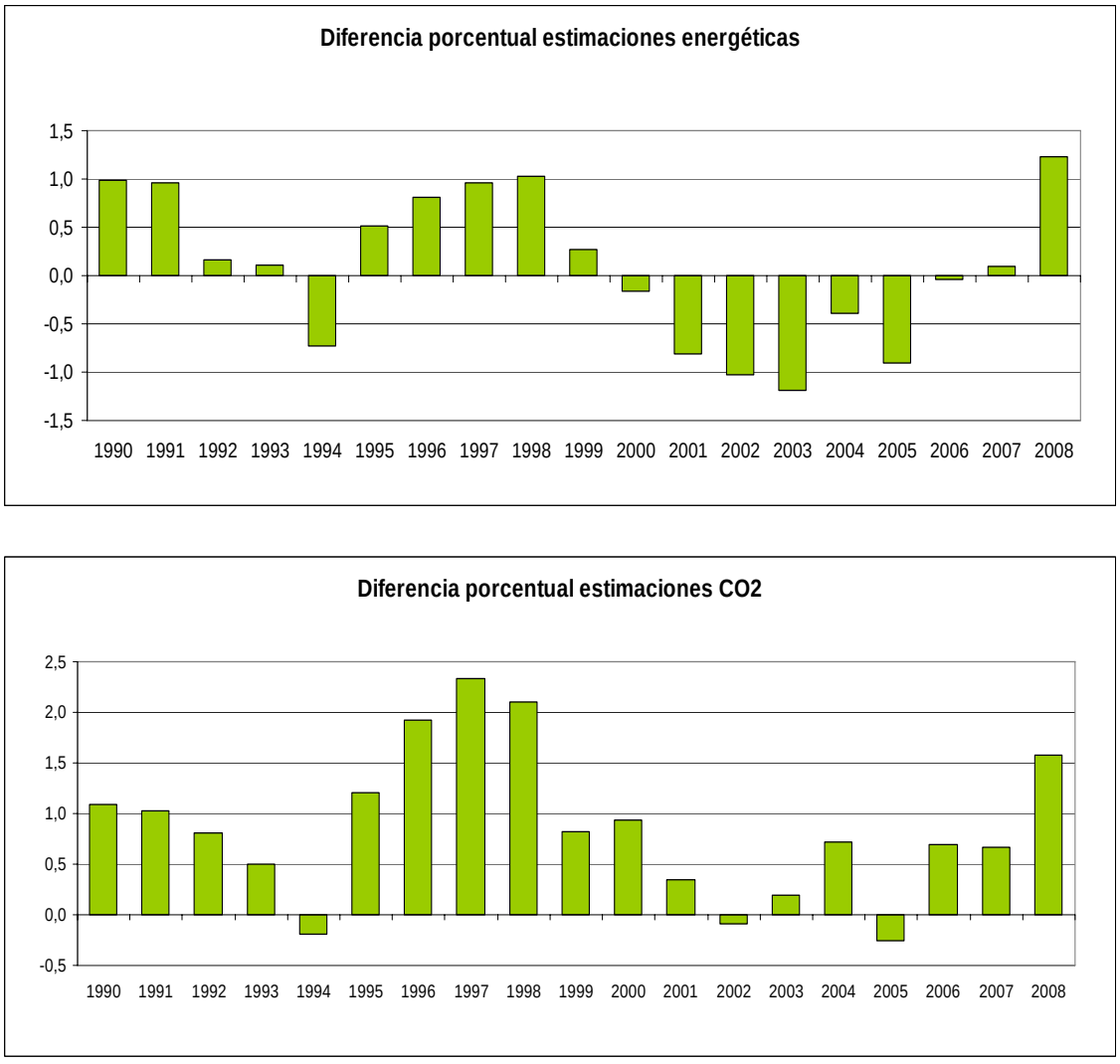
Año	Energía (1)	Emisiones CO_2 (2)
1990	0,99	1,09
1991	0,96	1,03
1992	0,16	0,81
1993	0,11	0,50
1994	-0,73	-0,20
1995	0,51	1,21
1996	0,80	1,93
1997	0,96	2,34
1998	1,02	2,10
1999	0,27	0,82
2000	-0,16	0,94
2001	-0,81	0,35
2002	-1,03	-0,08
2003	-1,19	0,20
2004	-0,40	0,72
2005	-0,90	-0,25
2006	-0,05	0,69
2007	0,09	0,67
2008	1,23	1,36

(1) Enfoque de referencia: consumo aparente energético resultado de descontar la parte empleada con fines no energéticos.
(2) Enfoque de referencia: emisiones asociadas al carbono total emitido efectivo (descuento del carbono almacenado en producto no energético)

7 Energía: cantidad de energía, expresada en términos de poder calorífico inferior (PCI), contenida en el combustible, que constituye la cantidad máxima liberada en un proceso de combustión completo; Emisiones de CO_2: emisiones derivadas del contenido de carbono contenido en el combustible, considerando una oxidación parcial del carbono en la combustión.

En la figura A4.2 se representan las tasas de variación anuales de las estimaciones, energía y emisiones de CO_2, obtenidas con los dos enfoques (referencia vs sectorial). Para el enfoque de referencia se han tomado los datos de consumo energético aparente excluyendo el uso no energético y las emisiones de CO_2 derivadas del carbono efectivo emitido[8].

Figura A4.2.- Tasa de variación de la estimación



El examen del panel superior de la figura A4.2, relativo a consumos energéticos, evidencia una alternancia en el signo de las discrepancias entre enfoques, con porcentajes comprendidos entre –1,2% y 1,2%. Este cambio de signo se reproduce, con una pendiente más acusada, en la serie de combustibles gaseosos, siendo principalmente significativa su

8 Carbono potencial efectivo exceptuando la parte almacenada en productos de uso no energético.

contribución en los últimos años del periodo a las diferencias globales. Por su parte, los combustibles sólidos, aún mostrando una pauta general decreciente, presentan diferencias positivas a lo largo de todo el periodo, que compensan, total o parcialmente, las diferencias negativas observadas en los combustibles líquidos en el periodo 1990-1996 y de los combustibles gaseosos en 2007 y 2008, así como, la aportación conjunta, con cifras negativas, de los combustibles líquidos y gaseosos para el periodo 1999-2005.

Con relación a las emisiones de dióxido de carbono, el enfoque de referencia proporciona de forma general estimaciones superiores al enfoque sectorial (rango entre –0,3% y 2,3%). Al examinar el panel inferior de la figura A4.2, se observa una tendencia decreciente en las diferencias asociadas a las emisiones, pasando de valores próximos al 2% en los primeros años del periodo a variaciones menos acusadas, inferiores al 1,3%, con cambios de signo en los años 2002 y 2005 (en torno al –0,1%). La evolución de la serie general viene fundamentalmente marcada por la combinación de las diferencias positivas de los combustibles sólidos y las diferencias, de signo negativo hasta el año 1995 y positivo a partir del año 1996, de los líquidos.

Cabe advertir que se realiza un tratamiento conceptualmente diferente, siguiendo los criterios expuestos en el CRF Reporter, para la energía y las emisiones de CO_2. Mientras en el primer caso se descuenta del consumo energético aparente íntegramente la energía consumida con fines no energéticos, en las emisiones, al eliminar del cómputo únicamente la parte de carbono almacenado, permanecen incluidas en el CRF las emisiones resultantes de procesos no combustivos por consumo de combustibles fósiles para uso no energético o materia prima e intermedias.

Las variaciones observadas en las estimaciones por ambos métodos se hayan justificadas por dos aspectos fundamentales: a) diferencias estructurales de los propios enfoques y b) consideraciones relativas a las variables y parámetros.

Diferencias estructurales entre los enfoques

En este grupo estarían, entre otros, englobados los puntos expuestos a continuación:

a) Relación de combustibles: En el enfoque de referencia se contemplan únicamente los combustibles fósiles (gaseosos, líquidos y sólidos) disponibles en el año, relación que es extendida en el enfoque sectorial al incorporar, en algunos casos, en la categoría de ‘Otros combustibles’, residuos de productos no combustibles computados en otros años pero que con retardo en el tiempo aparecen como combustibles en forma de residuos industriales y/o domésticos (aceites usados o neumáticos utilizados como combustible y envases plásticos incinerados).

   Atendiendo a los consumos interiores que figuran en el enfoque sectorial[9], este aspecto se juzga de relevancia menor en el inventario nacional.

[9] Vía cuestionarios el inventario nacional ha recopilado información de los consumos (principalmente neumáticos y aceites usados) en cementeras.

b) Relación de actividades fuentes: En el proceso de comparación, el enfoque sectorial cubre las actividades de combustión encuadradas en la categoría IPCC 1A.

Por su parte, el enfoque de referencia, al asumir que el consumo disponible o aparente coincide con el consumo interior, las posibles pérdidas que pudieran ocurrir en la fase de distribución de ciertos combustibles (gas natural) se computan como consumo energético. Así, el enfoque de referencia incluye, parcialmente, las emisiones generadas por la categoría 1B (por ejemplo, por pérdidas en el transporte y distribución del gas natural, o en la apertura y extinción de hornos de coque).

Si bien el CRF Reporter facilita la opción de descontar tales emisiones mediante la inclusión de estas fuentes (en particular, de las fugas en distribución del gas natural) en el apartado *Materias primas e intermedias y uso no energético de combustibles*, se ha descartado esta alternativa al no estar comprendidas, por definición, dentro de esta categoría. Observando el balance del inventario nacional y las estimaciones efectuadas con el enfoque sectorial, esta cuestión se asume de poca relevancia en el total de emisiones y de consumo energético aparente nacional.

Como ya se mencionó en este apartado, en las emisiones de CO_2 estimadas con el enfoque de referencia se incluyen, asimismo, las emisiones inmediatas derivadas del consumo no energético de combustibles que aparecen englobadas en el sector de Procesos Industriales, tal es el caso del uso de gas natural en la producción de ácido nítrico.

c) Metodología de estimación de CO_2 emitido: En el enfoque de referencia se aplica un balance, con factores medios, de masa de carbono. Por su parte, no existe tal uniformidad en la técnica aplicada en el enfoque sectorial (balance de carbono, factores promedios basados en energía, emisiones medidas,..).

La elección de los poderes caloríficos y del contenido de carbono ponderados minimiza los efectos de este punto.

Algunas consideraciones asociadas a las variables y parámetros

1) Existencia de diferencias estadísticas en el balance de combustibles del inventario.

Diferencias negativas (consumo superior a las cantidades teóricamente disponibles de combustibles) podrían significar dobles contabilizaciones, motivando, caso de consumirse como materia prima o intermedia, o con uso no energético, una infravaloración de las estimaciones del enfoque de referencia al estar descontando los contenidos de carbono almacenados en los mismos. De la misma forma, si el consumo se efectuase con fines energéticos las emisiones del enfoque sectorial se sobrevalorarían al incrementar las emisiones asociadas a dicho combustible. Se asume de cierta trascendencia este factor para determinados combustibles, caso del gas natural.

2) Falta de información relativa al uso y ciclo de vida de productos no energéticos que permita determinar valores nacionales para las fracciones del carbón almacenado. Adicionalmente, en este punto cabe mencionar la reducida disponibilidad de datos relativos a combustibles que, en el proceso de manufactura de los productos no

energéticos, además de actuar como componentes de los mismos poseen, parcialmente, fines energéticos (combustión).

3) Limitada información acerca de las características físico-químicas nacionales, tales como poderes caloríficos y contenidos de carbono, de materias primas.

4) La aplicación de valores por defecto para aquellos combustibles primarios cuyo consumo principal o exclusivo está destinado a su procesamiento y transformación en combustibles secundarios (caso del carbón coquizable y del crudo de petróleo) pudiera ocasionar una aparente trasgresión en el principio de conservación de energía o de carbono en el proceso de conversión, divergencia que se proyecta a la comparación del enfoque de referencia con el enfoque sectorial. Dado el elevado orden de magnitud de crudo procesado, la estimación con el enfoque de referencia resulta sumamente sensible a variaciones en los parámetros aplicados para el crudo de petróleo; así, se conjetura que dicha aproximación en el crudo pudiera constituir una de las principales fuentes de discrepancia entre los dos enfoques.

5) Consideración acerca de la aplicación de factores medios sectoriales (poderes caloríficos y contenidos de carbono) para el enfoque de referencia. La aproximación del cálculo en el enfoque de referencia con factores deducidos del enfoque sectorial produce ciertas discrepancias con este último enfoque a la hora del tratamiento de productos transferidos o reclasificados. Así, en el enfoque de referencia, para la conversión a términos de energía o de masa de carbono se aplican sobre las cantidades disponibles para consumo, previas a las posibles transferencias o reclasificaciones, las propiedades medias de los combustibles finalmente consumidos según la clasificación posterior por tipo de combustible.

ANEXO 5.- EVALUACIÓN DE EXHAUSTIVIDAD

En este Anexo se muestran en forma de cuadros sintéticos las principales categorías de actividad en las que aparecen actividades que no han podido ser estimadas y que como tales fueron reseñadas en el epígrafe 1.8 del informe del inventario por constituir excepciones a la exhaustividad de la cobertura del inventario.

Se trata en concreto de los siguientes conjuntos o categorías de actividades:

- Actividades relacionadas con el Uso de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura (LULUCF-Convenio y LULUCF-PK).
- Emisiones potenciales de gases fluorados.

A continuación se detallan cada uno de estos conjuntos de actividades.

a) Actividades relacionadas con el Uso de la Tierra, Cambios de Uso de la Tierra y Silvicultura (LULUCF-Convenio y LULUCF-PK).

En la tabla A.5.1. se muestra el estatus de cobertura de estimación de las actividades del sector LULUCF-Convenio. Las actividades no estimadas se designan con la etiqueta NE. Esta etiqueta puede contener entre paréntesis un calificador que incorpora información sobre los flujos no estimados. El cualificador puede ser NF si se argumenta que la actividad no resulta en fuente de emisión, BN si se considera que la actividad resulta en un balance neutro de carbono y NM en el caso de no tener referencia de un método adoptado por UNFCCC.

En la tabla A.5.2 se muestra la cobertura de estimación de las actividades del sector LULUCF-PK en un formato similar al de la tabla anterior. Como etiqueta de notación adicional a las presentadas en la tabla A.5.1. se incluye aquí la etiqueta NA-PK para indicar que la actividad no se considera en LULUCF-PK.

Tabla A.5.1.- Cobertura de la estimación de variaciones en los depósitos de carbono del sector LULUCF-Convenio: Métodos, Variables de Actividad y Factores de Emisión

		FL			**CL**			**GL**			**WL**			**SL**			**OL**		
		ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE
FL	AGB	T2	NS	D, CS	NO			NO			NO			T1, T2	NS	CS	NO		
	BGB	T2	NS	D, CS										NE (NM)					
	DOM	NE (NF en NIR)												NE					
	SOC	NE (BN)												NE (NM)					
CL	AGB	T1	NS	D, CS	T2	NS	CS	NE (Not developed)			NO			T1	NS	D	NE (NF)		
	BGB	T1	NS	D, CS	T2	NS	CS	NE (Not developed)						NE (NM)					
	DOM	NE (NF en NIR)			NE (BN)			NO						NO					
	SOC	NE (BN)			T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS				NE (NM)					
GL	AGB	T1	NS	D, CS	NO			NE (BN)			NO			T1	NS	D	NE (NF)		
	BGB	T1	NS	D, CS										NE (NM)					
	DOM	NE (NF en NIR)												NO					
	SOC	NE (BN)												NE (NM)					
WL	AGB	NO			NO			NO			NE (BN)			NO			NO		
	BGB																		
	DOM																		
	SOC																		
SL	AGB	NO			NO			NO			NO			BN			NO		
	BGB																		
	DOM																		
	SOC																		
OL	AGB	T1	NS	D	NO			NO			NO			T1	NS	CS	NE (BN)		
	BGB	T1	NS	D										NE (NM)					
	DOM	NE (NF en NIR)												NE					
	SOC	NE (BN)												NE (NM)					

FL: Bosques; CL: Tierras agrícolas; GL: Pastizales; WL: Humedales; SL: Asentamientos; OL: Otras tierras
ME: Métodos; VA: Variables de actividad; FE: Factor de emisión
AGB: Biomasa viva aérea; BGB: Biomasa viva sostenible; DOM: Madera muerta y detritus; SOC: Carbono orgánico suelos
T1: Tier 1; T2: Tier 2; NS: Estadísticas Nacionales; CS: Específico de País; D: Valor por defecto IPCC; NE (NF): Argumentado en NIR como No Fuente; NE (BN): Se asume Balance Neutro; NE (NM): Método no adoptado por UNFCCC.

Tabla A.5.2.- Cobertura de la estimación de variaciones en los depósitos de carbono del sector LULUCF-PK: Métodos, Variables de Actividad y Factores de Emisión

<table>
<tr><td></td><td></td><td colspan="3">FL</td><td colspan="3">CL</td><td colspan="3">GL</td><td colspan="3">WL</td><td colspan="3">SL</td><td colspan="3">OL</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>ME</td><td>VA</td><td>FE</td><td>ME</td><td>VA</td><td>FE</td><td>ME</td><td>VA</td><td>FE</td><td>ME</td><td>VA</td><td>FE</td><td>ME</td><td>VA</td><td>FE</td><td>ME</td><td>VA</td><td>FE</td></tr>
<tr><td rowspan="4">FL</td><td>AGB</td><td>T2</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td>T1, T2</td><td>NS</td><td>CS</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td></tr>
<tr><td>BGB</td><td>T2</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td colspan="3">NE (NM)</td></tr>
<tr><td>DOM</td><td colspan="3">NE (NF en NIR)</td><td colspan="3">NE</td></tr>
<tr><td>SOC</td><td colspan="3">NE (BN)</td><td colspan="3">NE (NM)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">CL</td><td>AGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td>T2</td><td>NS</td><td>CS</td><td colspan="3" rowspan="4">RE-CL</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">RE-CL</td><td colspan="3" rowspan="4">NE (NF)</td></tr>
<tr><td>BGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td>T2</td><td>NS</td><td>CS</td></tr>
<tr><td>DOM</td><td colspan="3">NE (NF en NIR)</td><td colspan="3">NE (BN)</td></tr>
<tr><td>SOC</td><td colspan="3">NE (BN)</td><td>T2</td><td>NS</td><td>D, CS</td></tr>
<tr><td rowspan="4">GL</td><td>AGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D, CS</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td></tr>
<tr><td>BGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D, CS</td></tr>
<tr><td>DOM</td><td colspan="3">NE (NF en NIR)</td></tr>
<tr><td>SOC</td><td colspan="3">NE (BN)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">WL</td><td>AGB</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td></tr>
<tr><td>BGB</td></tr>
<tr><td>DOM</td></tr>
<tr><td>SOC</td></tr>
<tr><td rowspan="4">SL</td><td>AGB</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td></tr>
<tr><td>BGB</td></tr>
<tr><td>DOM</td></tr>
<tr><td>SOC</td></tr>
<tr><td rowspan="4">OL</td><td>AGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NO</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td><td colspan="3" rowspan="4">NA-PK</td></tr>
<tr><td>BGB</td><td>T1</td><td>NS</td><td>D</td></tr>
<tr><td>DOM</td><td colspan="3">NE (NF en NIR)</td></tr>
<tr><td>SOC</td><td colspan="3">NE (BN)</td></tr>
</table>

FL: Bosques; CL: Tierras agrícolas; GL: Pastizales; WL: Humedales; SL: Asentamientos; OL: Otras tierras
ME: Métodos; VA: Variables de actividad; FE: Factor de emisión
AGB: Biomasa viva aérea; BGB: Biomasa viva sostenible; DOM: Madera muerta y detritus; SOC: Carbono orgánico suelos
T1: Tier 1; T2: Tier 2; NS: Estadísticas Nacionales; CS: Específico de País; D: Valor por defecto IPCC; NE (NF): Argumentado en NIR como No Fuente; NE (BN): Se asume Balance Neutro; NE (NM): Método no adoptado por UNFCCC.
NA-PK: No es objeto de información a LULUCF-PK; RE-CL: Representan cambios de uso que deben ser informados a LULUCF-PK dentro de la clase gestión de tierras agrícolas (CL).

b) Emisiones potenciales de gases fluorados.

La estimación de las emisiones potenciales de los gases fluorados (HFC, PFC y SF_6) no ha podido llevarse a cabo debido a las carencias existentes de información específica referente a los flujos de comercio exterior (importaciones y exportaciones) por tipo de gas, así como a las cantidades destruidas. En cuanto a los datos de producción, si bien se dispone de las cantidades producidas de HFC-32, HFC-143a y HFC-227ea, no se ha incluido la correspondiente información en el CRF Reporter por motivos de confidencialidad al haber sólo dos empresas fabricantes de estos gases. En la tabla A5.2 se presentan el detalle de la información correspondiente al año 2007, y con referencia a los gases fluorados para los cuales se han estimado emisiones utilizando el denominado *enfoque real (actual approach)* de la metodología IPCC.

Tabla A5.2.- Emisiones potenciales de gases fluorados

	HFC-23	**HFC-32**	**HFC-125**	**HFC-134a**	**HFC-143a**	**HFC-152a**	**HFC-227ea**	**HFC-236fa**	**CF_4**	**C_2F_6**	**C_3F_8**	**C_4F_{10}**	**SF_6**
Emisiones potenciales de halocarburos (por tipo) y SF_6	**NE**	**C,NE**	**NE**	**NE**	**C,NE**	**NE**	**C,NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
Producción	NE	C	NE	NE	C	NE	C	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Importación:	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
A granel	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
En productos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Exportación:	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
A granel	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
En productos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Cantidad destruida	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

C: Confidencial
NE: No estimado

ANEXO 6.- INFORMACIÓN ADICIONAL CONSIDERADA COMO PARTE DEL INFORME SOBRE EL INVENTARIO

Se incluyen en este anexo las tablas que muestran la tendencia de las emisiones para el total del agregado del inventario y para los gases con efecto tanto directo como indirecto sobre el calentamiento general de la atmósfera. Estas tablas vienen a complementar la información presentada en los epígrafes RE.2, RE.3 y RE.4 del capítulo "Resumen ejecutivo", y en los epígrafes 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4 del capítulo 2 "Tendencias de las emisiones de gases de efecto invernadero". Por limitaciones de espacio se ha limitado la presentación de las tablas a los años siguientes: 1990, 1995, 2000, y 2004 a 2008.

Las tablas que aquí se presentan muestran para cada sustancia las emisiones del inventario con desglose por categoría fuente (según las tablas sumario del CRF Reporter). Las referencias y contenidos de las tablas son las siguientes:

- La tabla A6.1 muestra las emisiones totales del inventario de CO_2 equivalente, correspondientes a la agregación de las emisiones de los gases con efecto directo sobre el calentamiento atmosférico, excepción hecha de las emisiones/absorciones que correspondan al sector "Uso de la Tierra y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura" (LULUCF), cuyos valores se presentan en tablas por separado.

- Las tablas A6.2 a A6.7, muestran en términos de CO_2 equivalente las emisiones respectivamente de CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC y SF_6 (excepción hecha de las correspondientes al sector LULUCF). Conviene observar que para los HFC y los PFC la tabla agrega ponderadamente las emisiones de las sustancias individuales contenidas en cada uno de estos dos grupos. También se observa que las emisiones de los gases fluorados quedan encuadradas en un número reducido de categorías de actividad, a saber, industria metalúrgica y producción y consumo de halocarburos y SF_6.

- En las tablas A6.8, A6.9 y A6.10 se presentan las emisiones de los gases con efecto indirecto sobre el calentamiento atmosférico (NO_X, CO y COVNM), y en la tabla A6.11 las emisiones de SO_2 (todas ellas con la excepción de las correspondientes al sector LULUCF).

- Por último, en las tablas A6.12 a A6.17 se presentan las emisiones y absorciones del sector LULUCF, para todos los gases referidos en las tablas anteriores[1].

[1] Para el sector LULUCF, sólo se presentan las tablas correspondientes a aquellos gases con un cómputo efectivo en el inventario.

Tabla A6.1.- Emisiones de CO_2 equivalente *(Cifras en Gg de CO_2 equivalente)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Total (Emisión Bruta)	**285.123,29**	**314.966,77**	**380.797,48**	**420.447,48**	**435.112,27**	**427.281,39**	**438.676,78**	**405.740,29**
1. Procesado de la energía	**212.225,93**	**240.176,86**	**288.651,72**	**330.312,72**	**345.399,42**	**335.539,55**	**345.409,83**	**318.349,99**
A. Actividades de combustión	208.147,70	236.132,04	284.548,94	326.398,18	341.460,17	331.736,40	341.541,51	314.893,36
1. Industrias del sector energético	77.701,56	86.672,79	105.705,01	116.320,91	126.102,13	117.211,98	123.153,86	105.802,60
2. Industrias manufactureras y de la construcción	46.673,65	53.349,71	58.480,46	71.366,66	72.354,52	70.618,29	70.542,34	67.391,45
3. Transporte	57.367,01	66.736,27	86.360,23	99.425,35	103.108,15	106.426,72	110.028,91	103.506,49
4. Otros sectores	26.405,48	29.373,28	34.003,24	39.285,26	39.895,37	37.479,42	37.816,40	38.192,81
5. Otros								
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	4.078,23	4.044,82	4.102,78	3.914,54	3.939,25	3.803,15	3.868,32	3.456,63
1. Combustibles sólidos	1.835,17	1.482,64	1.262,88	1.064,42	1.028,78	1.054,63	976,96	776,75
2. Petróleo y gas natural	2.243,06	2.562,17	2.839,90	2.850,12	2.910,48	2.748,52	2.891,36	2.679,88
2. Procesos Industriales	**26.114,63**	**27.047,34**	**34.234,94**	**32.272,33**	**33.702,45**	**34.422,98**	**34.375,96**	**31.342,06**
A. Productos minerales	15.659,30	16.114,21	19.397,30	21.606,05	22.224,41	22.618,94	22.345,89	19.144,28
B. Industria química	3.631,45	2.943,80	2.830,52	2.114,88	2.176,86	1.860,76	1.732,48	1.556,56
C. Producción metalúrgica	4.353,78	3.235,21	3.640,87	3.559,99	3.942,63	3.971,42	4.005,12	3.894,73
D. Otras industrias								
E. Producción de halocarburos y SF_6	2.403,18	4.637,88	6.394,51	786,53	680,93	863,42	707,20	670,39
F. Consumo de halocarburos y SF_6	66,92	116,24	1.971,74	4.204,88	4.677,63	5.108,44	5.585,28	6.076,10
G. Otros								
3. Uso de disolventes y de otros productos	**1.387,85**	**1.343,58**	**1.667,08**	**1.612,99**	**1.619,52**	**1.604,11**	**1.580,05**	**1.527,15**
4. Agricultura	**37.743,39**	**36.565,28**	**43.999,45**	**42.863,70**	**40.568,91**	**41.298,10**	**42.347,41**	**38.955,64**
A. Fermentación entérica	11.579,64	11.799,71	13.096,75	13.406,99	13.205,95	13.057,83	13.281,75	12.678,21
B. Gestión del estiércol	6.342,47	6.941,41	7.909,17	8.332,66	8.211,96	8.446,26	8.669,06	8.264,80
C. Cultivo de arroz	227,45	137,22	294,90	309,03	300,26	268,47	256,09	256,09
D. Suelos agrícolas	19.055,79	17.176,18	22.224,54	20.369,93	18.520,99	19.101,35	19.705,33	17.321,35
E. Quemas planificadas de sabanas								
F. Quema en campo de residuos agrícolas	538,03	510,76	474,09	445,08	329,76	424,20	435,18	435,18
G. Otros								
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura								
6. Tratamiento y eliminación de residuos	**7.651,49**	**9.833,72**	**12.244,29**	**13.385,73**	**13.821,96**	**14.416,65**	**14.963,53**	**15.565,45**
A. Depósito en vertederos	4.994,29	6.898,10	8.826,00	9.514,54	9.883,57	10.363,83	10.799,30	11.335,66
B. Tratamiento de aguas residuales	2.314,93	2.496,58	2.875,57	3.251,03	3.335,06	3.399,22	3.489,25	3.558,06
C. Incineración de residuos	88,38	33,96	22,95	9,43	9,31	9,55	9,80	9,76
D. Otros	253,88	405,08	519,77	610,74	594,02	644,06	665,18	661,96
7. Otros								

Tabla A6.2.- Emisiones de CO_2 por sector *(Cifras en Gg de CO_2 equivalente)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Total (Emisión Bruta)	**228.228,16**	**254.832,23**	**307.021,42**	**351.218,52**	**367.181,99**	**358.023,08**	**367.812,23**	**337.516,18**
1. Procesado de la energía	**207.011,24**	**234.539,39**	**282.403,95**	**324.323,57**	**339.240,55**	**329.711,19**	**339.686,29**	**312.928,42**
A. Actividades de combustión	205.337,30	232.725,81	280.275,15	322.163,82	337.089,06	327.397,39	337.201,17	310.671,12
1. Industrias del sector energético	77.354,18	86.055,11	104.997,94	115.483,73	125.202,04	116.328,67	122.256,52	104.903,03
2. Industrias manufactureras y de la construcción	46.190,49	52.740,98	57.606,49	70.157,85	71.079,16	69.345,88	69.300,44	66.194,50
3. Transporte	56.506,28	65.589,29	84.631,76	98.250,62	101.934,28	105.255,17	108.843,57	102.395,94
4. Otros sectores	25.286,34	28.340,43	33.038,97	38.271,63	38.873,59	36.467,67	36.800,64	37.177,63
5. Otros								
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.673,94	1.813,58	2.128,80	2.159,75	2.151,49	2.313,80	2.485,12	2.257,31
1. Combustibles sólidos	17,63	13,38	15,27	72,80	89,91	124,94	93,53	84,52
2. Petróleo y gas natural	1.656,31	1.800,20	2.113,53	2.086,95	2.061,58	2.188,86	2.391,59	2.172,79
2. Procesos Industriales	**19.898,13**	**19.250,95**	**23.351,61**	**25.635,38**	**26.690,80**	**27.091,90**	**26.902,39**	**23.433,40**
A. Productos minerales	15.659,30	16.114,21	19.397,30	21.606,05	22.224,41	22.618,94	22.345,89	19.144,28
B. Industria química	790,81	749,76	700,65	668,07	683,58	650,11	691,52	528,31
C. Producción metalúrgica	3.448,02	2.386,98	3.253,67	3.361,26	3.782,82	3.822,85	3.864,98	3.760,81
D. Otras industrias								
E. Producción de halocarburos y SF_6								
F. Consumo de halocarburos y SF_6								
G. Otros								
3. Uso de disolventes y de otros productos	**1.022,05**	**915,78**	**1.226,88**	**1.241,79**	**1.233,30**	**1.202,87**	**1.207,02**	**1.138,26**
4. Agricultura								
A. Fermentación entérica								
B. Gestión del estiércol								
C. Cultivo de arroz								
D. Suelos agrícolas								
E. Quemas planificadas de sabanas								
F. Quema en campo de residuos agrícolas								
G. Otros								
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura								
6. Tratamiento y eliminación de residuos	**296,74**	**126,11**	**38,98**	**17,78**	**17,33**	**17,12**	**16,53**	**16,10**
A. Depósito en vertederos	218,47	99,89	26,55	13,89	13,59	13,29	12,53	12,10
B. Tratamiento de aguas residuales								
C. Incineración de residuos	78,27	26,22	12,42	3,89	3,74	3,82	4,01	4,00
D. Otros								
7. Otros								

Tabla A6.3.- Emisiones de CH_4 por sector *(Cifras en Gg de CO_2 equivalente)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Total (Emisión Bruta)	**26.291,29**	**29.127,69**	**33.658,53**	**35.266,08**	**35.393,90**	**35.865,20**	**36.568,06**	**36.042,79**
1. Procesado de la energía	**3.680,28**	**3.536,70**	**3.406,36**	**3.391,46**	**3.484,22**	**3.166,83**	**3.012,86**	**2.802,24**
A. Actividades de combustión	1.276,02	1.305,48	1.432,42	1.636,71	1.696,53	1.677,58	1.629,68	1.602,94
1. Industrias del sector energético	64,73	59,60	76,32	131,72	148,99	158,41	158,64	168,87
2. Industrias manufactureras y de la construcción	83,09	154,64	360,38	594,46	653,36	652,32	623,33	617,38
3. Transporte	308,78	358,47	349,93	235,95	214,02	184,73	164,38	135,43
4. Otros sectores	819,42	732,78	645,80	674,58	680,16	682,12	683,34	681,26
5. Otros								
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	2.404,26	2.231,21	1.973,94	1.754,75	1.787,69	1.489,25	1.383,17	1.199,30
1. Combustibles sólidos	1.817,54	1.469,26	1.247,61	991,62	938,87	929,69	883,43	692,23
2. Petróleo y gas natural	586,72	761,96	726,34	763,13	848,82	559,56	499,74	507,07
2. Procesos Industriales	**61,76**	**65,62**	**69,63**	**62,80**	**60,63**	**58,40**	**62,09**	**55,16**
A. Productos minerales								
B. Industria química	40,61	49,89	53,48	47,30	44,76	44,84	46,41	40,59
C. Producción metalúrgica	21,15	15,73	16,15	15,50	15,86	13,55	15,68	14,57
D. Otras industrias								
E. Producción de halocarburos y SF_6								
F. Consumo de halocarburos y SF_6								
G. Otros								
3. Uso de disolventes y de otros productos								
4. Agricultura	**16.292,17**	**16.844,72**	**19.064,29**	**19.626,59**	**19.244,59**	**19.436,43**	**19.773,68**	**18.890,71**
A. Fermentación entérica	11.579,64	11.799,71	13.096,75	13.406,99	13.205,95	13.057,83	13.281,75	12.678,21
B. Gestión del estiércol	4.072,35	4.509,31	5.284,96	5.532,18	5.458,28	5.750,53	5.867,37	5.587,93
C. Cultivo de arroz	227,45	137,22	294,90	309,03	300,26	268,47	256,09	256,09
D. Suelos agrícolas								
E. Quemas planificadas de sabanas								
F. Quema en campo de residuos agrícolas	412,73	398,49	387,68	378,38	280,11	359,60	368,47	368,47
G. Otros								
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura								
6. Tratamiento y eliminación de residuos	**6.257,07**	**8.680,66**	**11.118,24**	**12.185,23**	**12.604,47**	**13.203,55**	**13.719,43**	**14.294,68**
A. Depósito en vertederos	4.760,35	6.790,97	8.797,29	9.499,22	9.868,41	10.349,18	10.785,49	11.322,27
B. Tratamiento de aguas residuales	1.242,69	1.484,27	1.800,58	2.074,93	2.141,70	2.209,96	2.268,40	2.310,09
C. Incineración de residuos	0,15	0,33	0,59	0,34	0,34	0,35	0,36	0,35
D. Otros	253,88	405,08	519,77	610,74	594,02	644,06	665,18	661,96
7. Otros								

Tabla A6.4.- Emisiones de N_2O por sector *(Cifras en Gg de CO_2 equivalente)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Total (Emisión Bruta)	**27.250,82**	**25.420,57**	**31.380,99**	**28.788,63**	**27.034,63**	**27.286,88**	**27.880,23**	**25.316,20**
1. Procesado de la energía	**1.534,41**	**2.100,77**	**2.841,41**	**2.597,69**	**2.674,65**	**2.661,53**	**2.710,68**	**2.619,33**
A. Actividades de combustión	1.534,38	2.100,75	2.841,37	2.597,65	2.674,57	2.661,43	2.710,65	2.619,30
1. Industrias del sector energético	282,64	558,09	630,76	705,47	751,10	724,90	738,70	730,70
2. Industrias manufactureras y de la construcción	400,07	454,09	513,60	614,36	622,00	620,09	618,57	579,57
3. Transporte	551,95	788,51	1.378,55	938,78	959,85	986,82	1.020,96	975,11
4. Otros sectores	299,71	300,07	318,47	339,05	341,62	329,62	332,43	333,92
5. Otros								
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	0,03	0,02	0,03	0,04	0,07	0,10	0,03	0,02
1. Combustibles sólidos								
2. Petróleo y gas natural	0,03	0,02	0,03	0,04	0,07	0,10	0,03	0,02
2. Procesos Industriales	**2.801,72**	**2.144,48**	**2.077,15**	**1.399,90**	**1.449,27**	**1.166,46**	**995,21**	**988,39**
A. Productos minerales								
B. Industria química	2.800,03	2.144,14	2.076,38	1.399,51	1.448,52	1.165,81	994,55	987,66
C. Producción metalúrgica	1,69	0,34	0,77	0,39	0,76	0,65	0,67	0,73
D. Otras industrias								
E. Producción de halocarburos y SF_6								
F. Consumo de halocarburos y SF_6								
G. Otros								
3. Uso de disolventes y de otros productos	**365,80**	**427,80**	**440,20**	**371,20**	**386,22**	**401,23**	**373,03**	**388,89**
4. Agricultura	**21.451,22**	**19.720,56**	**24.935,16**	**23.237,11**	**21.324,33**	**21.861,68**	**22.573,73**	**20.064,93**
A. Fermentación entérica								
B. Gestión del estiércol	2.270,12	2.432,10	2.624,22	2.800,48	2.753,68	2.695,74	2.801,69	2.676,87
C. Cultivo de arroz								
D. Suelos agrícolas								
E. Quemas planificadas de sabanas								
F. Quema en campo de residuos agrícolas	125,30	112,27	86,40	66,70	49,65	64,59	66,71	66,71
G. Otros								
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura								
6. Tratamiento y eliminación de residuos	**1.097,68**	**1.026,95**	**1.087,07**	**1.182,72**	**1.200,17**	**1.195,98**	**1.227,57**	**1.254,67**
A. Depósito en vertederos	15,47	7,23	2,16	1,43	1,57	1,35	1,29	1,29
B. Tratamiento de aguas residuales	1.072,24	1.012,31	1.074,99	1.176,09	1.193,36	1.189,26	1.220,85	1.247,97
C. Incineración de residuos	9,96	7,41	9,93	5,20	5,23	5,37	5,44	5,41
D. Otros								
7. Otros								

Tabla A6.5.- Emisiones de HFC por sector *(Cifras en Gg de CO_2 equivalente)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Total (Emisión Bruta)	**2.403,18**	**4.645,44**	**8.120,23**	**4.648,22**	**4.985,71**	**5.534,97**	**5.827,18**	**6.255,00**
1. Procesado de la energía								
A. Actividades de combustión								
1. Industrias del sector energético								
2. Industrias manufactureras y de la construcción								
3. Transporte								
4. Otros sectores								
5. Otros								
B. Emisiones fugitivas de los combustibles								
1. Combustibles sólidos								
2. Petróleo y gas natural								
2. Procesos Industriales	**2.403,18**	**4.645,44**	**8.120,23**	**4.648,22**	**4.985,71**	**5.534,97**	**5.827,18**	**6.255,00**
A. Productos minerales								
B. Industria química								
C. Producción metalúrgica								
D. Otras industrias								
E. Producción de halocarburos y SF_6	2.403,18	4.637,88	6.394,51	786,53	680,93	863,42	707,20	670,39
F. Consumo de halocarburos y SF_6		7,56	1.725,72	3.861,68	4.304,78	4.671,55	5.119,98	5.584,61
G. Otros								
3. Uso de disolventes y de otros productos								
4. Agricultura								
A. Fermentación entérica								
B. Gestión del estiércol								
C. Cultivo de arroz								
D. Suelos agrícolas								
E. Quemas planificadas de sabanas								
F. Quema en campo de residuos agrícolas								
G. Otros								
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura								
6. Tratamiento y eliminación de residuos								
A. Depósito en vertederos								
B. Tratamiento de aguas residuales								
C. Incineración de residuos								
D. Otros								
7. Otros								

Tabla A6.6.- Emisiones de PFC por sector *(Cifras en Gg de CO_2 equivalente)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Total (Emisión Bruta)	**882,92**	**832,51**	**411,71**	**272,04**	**244,41**	**247,63**	**249,11**	**256,05**
1. Procesado de la energía								
A. Actividades de combustión								
1. Industrias del sector energético								
2. Industrias manufactureras y de la construcción								
3. Transporte								
4. Otros sectores								
5. Otros								
B. Emisiones fugitivas de los combustibles								
1. Combustibles sólidos								
2. Petróleo y gas natural								
2. Procesos Industriales	**882,92**	**832,51**	**411,71**	**272,04**	**244,41**	**247,63**	**249,11**	**256,05**
A. Productos minerales								
B. Industria química								
C. Producción metalúrgica	882,92	832,16	370,28	182,84	143,19	134,36	123,78	118,63
D. Otras industrias								
E. Producción de halocarburos y SF_6								
F. Consumo de halocarburos y SF_6		0,35	41,43	89,20	101,22	113,27	125,34	137,42
G. Otros								
3. Uso de disolventes y de otros productos								
4. Agricultura								
A. Fermentación entérica								
B. Gestión del estiércol								
C. Cultivo de arroz								
D. Suelos agrícolas								
E. Quemas planificadas de sabanas								
F. Quema en campo de residuos agrícolas								
G. Otros								
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura								
6. Tratamiento y eliminación de residuos								
A. Depósito en vertederos								
B. Tratamiento de aguas residuales								
C. Incineración de residuos								
D. Otros								
7. Otros								

Tabla A6.7.- Emisiones de SF_6 por sector *(Cifras en Gg de CO_2 equivalente)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Total (Emisión Bruta)	**66,92**	**108,34**	**204,60**	**254,00**	**271,63**	**323,62**	**339,97**	**354,07**
1. Procesado de la energía								
A. Actividades de combustión								
1. Industrias del sector energético								
2. Industrias manufactureras y de la construcción								
3. Transporte								
4. Otros sectores								
5. Otros								
B. Emisiones fugitivas de los combustibles								
1. Combustibles sólidos								
2. Petróleo y gas natural								
2. Procesos Industriales	**66,92**	**108,34**	**204,60**	**254,00**	**271,63**	**323,62**	**339,97**	**354,07**
A. Productos minerales								
B. Industria química								
C. Producción metalúrgica								
D. Otras industrias								
E. Producción de halocarburos y SF_6								
F. Consumo de halocarburos y SF_6	66,92	108,34	204,60	254,00	271,63	323,62	339,97	354,07
G. Otros								
3. Uso de disolventes y de otros productos								
4. Agricultura								
A. Fermentación entérica								
B. Gestión del estiércol								
C. Cultivo de arroz								
D. Suelos agrícolas								
E. Quemas planificadas de sabanas								
F. Quema en campo de residuos agrícolas								
G. Otros								
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura								
6. Tratamiento y eliminación de residuos								
A. Depósito en vertederos								
B. Tratamiento de aguas residuales								
C. Incineración de residuos								
D. Otros								
7. Otros								

Tabla A6.8.- Emisiones de NO_X por sector (Cifras en Gg)

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Total (Emisión Bruta)	**1.354,26**	**1.388,25**	**1.408,44**	**1.460,78**	**1.452,44**	**1.424,27**	**1.433,58**	**1.253,94**
1. Procesado de la energía	**1.309,08**	**1.351,81**	**1.370,66**	**1.428,73**	**1.422,30**	**1.388,83**	**1.403,22**	**1.226,33**
A. Actividades de combustión	1.302,35	1.346,66	1.365,70	1.423,12	1.417,27	1.383,66	1.398,12	1.221,19
1. Industrias del sector energético	257,06	303,14	342,54	355,48	358,47	330,72	343,05	233,39
2. Industrias manufactureras y de la construcción	224,41	217,57	234,80	276,03	273,01	280,13	277,81	263,00
3. Transporte	665,46	663,87	616,43	609,08	601,88	588,37	591,25	536,86
4. Otros sectores	155,43	162,07	171,94	182,51	183,91	184,45	186,01	187,95
5. Otros								
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	6,72	5,15	4,96	5,61	5,04	5,16	5,10	5,14
1. Combustibles sólidos	0,08	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
2. Petróleo y gas natural	6,64	5,09	4,89	5,54	4,97	5,09	5,03	5,07
2. Procesos Industriales	**13,03**	**8,44**	**8,80**	**8,00**	**8,14**	**7,98**	**8,04**	**7,77**
A. Productos minerales								
B. Industria química	8,16	3,70	3,12	1,67	1,77	1,38	1,27	1,10
C. Producción metalúrgica	3,03	3,00	3,68	4,12	4,15	4,30	4,39	4,33
D. Otras industrias	1,83	1,74	2,00	2,21	2,22	2,31	2,38	2,33
E. Producción de halocarburos y SF_6								
F. Consumo de halocarburos y SF_6								
G. Otros								
3. Uso de disolventes y de otros productos								
4. Agricultura	**28,71**	**25,63**	**26,71**	**22,52**	**19,01**	**21,22**	**21,72**	**19,39**
A. Fermentación entérica								
B. Gestión del estiércol								
C. Cultivo de arroz								
D. Suelos agrícolas								
E. Quemas planificadas de sabanas								
F. Quema en campo de residuos agrícolas	14,61	13,09	10,07	7,78	5,79	7,53	7,78	7,78
G. Otros								
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura								
6. Tratamiento y eliminación de residuos	**1,40**	**0,67**	**0,37**	**0,19**	**0,20**	**0,19**	**0,19**	**0,19**
A. Depósito en vertederos	0,90	0,42	0,12	0,07	0,08	0,07	0,06	0,06
B. Tratamiento de aguas residuales								
C. Incineración de residuos	0,51	0,25	0,25	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12
D. Otros								
7. Otros								

Tabla A6.9.- Emisiones de CO por sector *(Cifras en Gg)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Total (Emisión Bruta)	**3.732,75**	**3.229,31**	**2.748,50**	**2.366,02**	**2.232,85**	**2.335,39**	**2.124,54**	**2.013,63**
1. Procesado de la energía	**2.932,69**	**2.469,51**	**1.929,12**	**1.531,69**	**1.439,98**	**1.352,08**	**1.308,91**	**1.203,25**
A. Actividades de combustión	2.929,15	2.466,68	1.925,98	1.528,39	1.436,77	1.348,84	1.305,77	1.200,18
1. Industrias del sector energético	18,52	25,86	21,78	26,71	29,54	27,17	27,74	24,29
2. Industrias manufactureras y de la construcción	225,50	205,08	229,87	262,64	261,06	266,64	282,44	265,08
3. Transporte	2.115,63	1.695,23	1.147,56	704,92	610,56	518,82	459,74	374,21
4. Otros sectores	569,51	540,52	526,77	534,13	535,62	536,22	535,86	536,60
5. Otros								
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	3,54	2,83	3,14	3,29	3,20	3,24	3,14	3,07
1. Combustibles sólidos	2,55	1,94	2,21	2,25	2,18	2,26	2,18	2,10
2. Petróleo y gas natural	0,99	0,89	0,93	1,04	1,03	0,98	0,96	0,97
2. Procesos Industriales	**298,13**	**292,92**	**361,45**	**406,54**	**412,16**	**408,77**	**430,75**	**430,96**
A. Productos minerales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B. Industria química	8,46	8,64	7,59	7,59	7,55	7,68	7,56	9,09
C. Producción metalúrgica	289,67	284,29	353,86	398,94	404,60	401,09	423,18	421,87
D. Otras industrias		0,00	0,00	0,00				
E. Producción de halocarburos y SF_6								
F. Consumo de halocarburos y SF_6								
G. Otros								
3. Uso de disolventes y de otros productos								
4. Agricultura	**412,73**	**398,49**	**387,68**	**378,38**	**280,11**	**359,60**	**368,47**	**368,47**
A. Fermentación entérica								
B. Gestión del estiércol								
C. Cultivo de arroz								
D. Suelos agrícolas								
E. Quemas planificadas de sabanas								
F. Quema en campo de residuos agrícolas	412,73	398,49	387,68	378,38	280,11	359,60	368,47	368,47
G. Otros								
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura								
6. Tratamiento y eliminación de residuos	**17,18**	**8,43**	**3,38**	**2,04**	**2,13**	**2,00**	**1,94**	**1,93**
A. Depósito en vertederos	16,73	7,75	2,21	1,35	1,43	1,28	1,21	1,20
B. Tratamiento de aguas residuales								
C. Incineración de residuos	0,44	0,68	1,18	0,69	0,70	0,72	0,73	0,73
D. Otros								
7. Otros								

Tabla A6.10.- Emisiones de COVNM por sector *(Cifras en Gg)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Total (Emisión Bruta)	**1.036,51**	**975,12**	**1.018,10**	**920,98**	**885,29**	**873,30**	**863,61**	**815,74**
1. Procesado de la energía	**512,22**	**492,30**	**397,91**	**280,97**	**264,19**	**244,38**	**232,39**	**215,98**
A. Actividades de combustión	448,74	420,81	327,68	214,13	197,60	184,08	173,88	157,34
1. Industrias del sector energético	9,09	8,11	8,97	9,78	10,22	9,94	9,93	8,19
2. Industrias manufactureras y de la construcción	17,06	15,97	20,13	25,97	27,06	27,68	27,80	26,32
3. Transporte	363,79	338,73	240,00	118,51	99,94	85,37	75,33	61,69
4. Otros sectores	58,80	58,00	58,58	59,87	60,38	61,10	60,82	61,13
5. Otros								
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	63,48	71,49	70,23	66,84	66,59	60,29	58,52	58,65
1. Combustibles sólidos	0,50	0,38	0,43	0,44	0,42	0,44	0,43	0,41
2. Petróleo y gas natural	62,98	71,11	69,80	66,40	66,16	59,85	58,09	58,24
2. Procesos Industriales	**56,94**	**46,70**	**61,32**	**65,52**	**61,58**	**66,32**	**65,64**	**60,17**
A. Productos minerales	11,67	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
B. Industria química	11,39	13,99	15,86	15,11	14,38	14,24	14,01	11,95
C. Producción metalúrgica	1,58	1,68	2,12	2,37	2,33	2,37	2,41	2,35
D. Otras industrias	32,30	31,03	43,33	48,03	44,86	49,70	49,22	45,87
E. Producción de halocarburos y SF_6								
F. Consumo de halocarburos y SF_6								
G. Otros								
3. Uso de disolventes y de otros productos	**395,64**	**364,36**	**486,66**	**500,97**	**500,35**	**490,64**	**491,70**	**465,82**
4. Agricultura	**57,89**	**55,89**	**54,37**	**53,07**	**39,28**	**50,43**	**51,68**	**51,68**
A. Fermentación entérica								
B. Gestión del estiércol								
C. Cultivo de arroz								
D. Suelos agrícolas								
E. Quemas planificadas de sabanas								
F. Quema en campo de residuos agrícolas	57,89	55,89	54,37	53,07	39,28	50,43	51,68	51,68
G. Otros								
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura								
6. Tratamiento y eliminación de residuos	**13,83**	**15,87**	**17,83**	**20,45**	**19,89**	**21,53**	**22,20**	**22,08**
A. Depósito en vertederos	5,36	2,45	0,65	0,34	0,33	0,33	0,31	0,30
B. Tratamiento de aguas residuales								
C. Incineración de residuos	0,13	0,11	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
D. Otros	8,34	13,30	17,07	20,06	19,51	21,15	21,85	21,74
7. Otros								

Tabla A6.11.- Emisiones de SO_2 por sector *(Cifras en Gg)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
Total (Emisión Bruta)	**2.177,29**	**1.792,07**	**1.463,93**	**1.321,83**	**1.273,46**	**1.172,06**	**1.172,08**	**531,65**
1. Procesado de la energía	**2.157,26**	**1.773,70**	**1.446,28**	**1.305,65**	**1.257,88**	**1.155,46**	**1.155,53**	**515,80**
A. Actividades de combustión	2.092,59	1.698,54	1.390,91	1.263,86	1.217,67	1.122,05	1.127,00	491,06
1. Industrias del sector energético	1.604,01	1.199,86	1.090,80	1.040,53	1.013,21	914,67	905,23	257,14
2. Industrias manufactureras y de la construcción	336,35	345,48	191,82	117,42	108,66	110,33	115,41	139,71
3. Transporte	92,89	89,04	54,24	65,73	57,16	62,57	73,12	73,58
4. Otros sectores	59,34	64,16	54,04	40,18	38,63	34,48	33,23	20,63
5. Otros								
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	64,67	75,16	55,38	41,79	40,22	33,41	28,54	24,73
1. Combustibles sólidos	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
2. Petróleo y gas natural	64,63	75,13	55,34	41,75	40,18	33,37	28,51	24,70
2. Procesos Industriales	**14,40**	**13,54**	**13,19**	**11,99**	**12,42**	**12,60**	**12,46**	**11,76**
A. Productos minerales								
B. Industria química	9,76	8,88	6,75	5,75	6,09	6,35	6,27	5,45
C. Producción metalúrgica	4,27	4,24	5,97	5,74	5,83	5,78	5,76	5,86
D. Otras industrias	0,37	0,43	0,47	0,49	0,50	0,47	0,42	0,45
E. Producción de halocarburos y SF_6								
F. Consumo de halocarburos y SF_6								
G. Otros								
3. Uso de disolventes y de otros productos								
4. Agricultura	**4,41**	**4,26**	**4,14**	**4,04**	**2,99**	**3,84**	**3,94**	**3,94**
A. Fermentación entérica								
B. Gestión del estiércol								
C. Cultivo de arroz								
D. Suelos agrícolas								
E. Quemas planificadas de sabanas								
F. Quema en campo de residuos agrícolas	4,41	4,26	4,14	4,04	2,99	3,84	3,94	3,94
G. Otros								
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura								
6. Tratamiento y eliminación de residuos	**1,22**	**0,57**	**0,32**	**0,15**	**0,16**	**0,16**	**0,16**	**0,15**
A. Depósito en vertederos	0,79	0,36	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04
B. Tratamiento de aguas residuales								
C. Incineración de residuos	0,42	0,21	0,22	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11
D. Otros								
7. Otros								

Tabla A6.12.- Emisiones de CO_2 equivalente del sector LULUCF *(Cifras en Gg de CO_2 equivalente)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura	**-38.823,92**	**-41.250,09**	**-46.165,75**	**-48.248,52**	**-48.653,72**	**-48.982,86**	**-49.940,39**	**-51.771,49**
A. Bosque	-39.190,50	-41.383,03	-46.065,05	-47.969,76	-48.115,63	-48.166,56	-48.811,93	-48.822,70
B. Tierras agrícolas				8,85	-203,75	-435,23	-700,68	-2.474,27
C. Pastizales	-46,73	-280,36	-514,00	-700,91	-747,63	-794,36	-841,09	-887,81
D. Humedales								
E. Asentamientos	413,30	413,30	413,30	413,30	413,30	413,30	413,30	413,30
F. Otras tierras								
G. Otros								

Tabla A6.13.- Emisiones de CO_2 del sector LULUCF *(Cifras en Gg de CO_2 equivalente)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura	**-39.014,32**	**-41.408,60**	**-46.342,49**	**-48.373,76**	**-48.914,05**	**-49.545,77**	**-49.978,63**	**-51.795,35**
A. Bosque	-39.380,89	-41.541,54	-46.241,80	-48.095,01	-48.375,97	-48.729,48	-48.850,16	-48.846,56
B. Tierras agrícolas				8,85	-203,75	-435,23	-700,68	-2.474,27
C. Pastizales	-46,73	-280,36	-514,00	-700,91	-747,63	-794,36	-841,09	-887,81
D. Humedales								
E. Asentamientos	413,30	413,30	413,30	413,30	413,30	413,30	413,30	413,30
F. Otras tierras								
G. Otros								

Tabla A6.14.- Emisiones de CH_4 del sector LULUCF *(Cifras en Gg de CO_2 equivalente)*

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura	**172,85**	**143,90**	**160,46**	**113,71**	**236,35**	**511,05**	**34,71**	**21,66**
A. Bosque	172,85	143,90	160,46	113,71	236,35	511,05	34,71	21,66
B. Tierras agrícolas								
C. Pastizales								
D. Humedales								
E. Asentamientos								
F. Otras tierras								
G. Otros								

Tabla A6.15.- Emisiones de N_2O del sector LULUCF *(Cifras en Gg de CO_2 equivalente)*

Categoría	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura	**17,54**	**14,60**	**16,28**	**11,54**	**23,99**	**51,87**	**3,52**	**2,20**
A. Bosque	17,54	14,60	16,28	11,54	23,99	51,87	3,52	2,20
B. Tierras agrícolas								
C. Pastizales								
D. Humedales								
E. Asentamientos								
F. Otras tierras								
G. Otros								

Tabla A6.16.- Emisiones de NO_X del sector LULUCF (Cifras en Gg)

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura	**2,05**	**1,70**	**1,90**	**1,35**	**2,80**	**6,05**	**0,41**	**0,26**
A. Bosque	2,05	1,70	1,90	1,35	2,80	6,05	0,41	0,26
B. Tierras agrícolas								
C. Pastizales								
D. Humedales								
E. Asentamientos								
F. Otras tierras								
G. Otros								

Tabla A6.17.- Emisiones de CO del sector LULUCF (Cifras en Gg)

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008
5. Cambios de uso del suelo y silvicultura	**72,02**	**59,96**	**66,86**	**47,38**	**98,48**	**212,94**	**14,46**	**9,03**
A. Bosque	72,02	59,96	66,86	47,38	98,48	212,94	14,46	9,03
B. Tierras agrícolas								
C. Pastizales								
D. Humedales								
E. Asentamientos								
F. Otras tierras								
G. Otros								

ANEXO 7.- EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE

Inventario de gases de efecto invernadero (con LULUCF-Convenio)

En este anexo se presenta la evaluación de incertidumbre del inventario de gases de efecto invernadero. Para la presentación de los resultados agregados se establecen dos niveles: i) el total del inventario, incluyendo el sector LULUCF-Convenio; y ii) el conjunto de sectores del inventario con exclusión del sector LULUCF-Convenio.

La agregación de las emisiones/absorciones, ponderadas según los potenciales de calentamiento de cada gas considerado, se refleja en la estimación del valor central de la emisión neta conjunta del inventario. El valor central, constituye, sin embargo, sólo un indicador del nivel de la variable aleatoria que es la emisión neta estimada de cada cruce de actividad y gas. Para caracterizar la precisión de la estimación interesa establecer métodos de determinación de la incertidumbre de dicha estimación. La Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC y GBP-LULUCF 2003 de IPCC ofrecen dos enfoques para la cuantificación de la incertidumbre de cada actividad y gas, así como para la determinación de la incertidumbre de la emisión ponderada del inventario. El enfoque de nivel 1, que es el que se ha adoptado para la estimación de la incertidumbre en esta edición del inventario, aborda la determinación de la incertidumbre utilizando las ecuaciones de propagación del error en dos etapas.

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

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

donde:

U_E representa la incertidumbre asociada a la emisión/absorción

U_A representa la incertidumbre asociada a la variable de actividad

U_F representa la incertidumbre asociada al factor de emisión

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

En la segunda etapa se estima, de forma aproximada, la incertidumbre de un agregado a partir de las incertidumbres de los componentes, fuentes de actividad por contaminante, que integran el inventario. Esta estimación de la incertidumbre se efectúa en términos del nivel y, en términos de la tendencia, diferencia entre emisiones netas del año

corriente considerado y el "año de referencia 90/95"[1] (en lo sucesivo año 90/95), según se expresa en la ecuación [A7.2].

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

donde:

U_{Etotal} representa la incertidumbre asociada al agregado de emisiones/absorciones

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

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

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

Para la estimación de la incertidumbre de la tendencia, diferencia entre el año corriente considerado y el año 90/95, se han definido dos tipos de sensibilidad para valorar tales diferencias:

- Sensibilidad tipo A.

  Representa el cambio en la diferencia en las emisiones del inventario entre el año 90/95 y el año corriente considerado, expresado como porcentaje, resultante de un aumento del 1% en las emisiones de una fuente y gas dados tanto en el año 90/95 como en el año corriente considerado.

- Sensibilidad tipo B.

  Representa el cambio en la diferencia en las emisiones del inventario entre el año 90/95 y el año corriente considerado, expresado como porcentaje, resultante de un aumento del 1% en las emisiones de una fuente y gas dados sólo en el año corriente considerado.

Conceptualmente, la sensibilidad de tipo A surge de incertidumbres que afectan por igual al año 90/95 y al año corriente considerado, mientras que la sensibilidad de tipo B surge de incertidumbres que afectan sólo al año corriente considerado. Las incertidumbres

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

que están correlacionadas a lo largo de los años se asocian normalmente con la sensibilidad de tipo A, mientras las incertidumbres que no están correlacionadas a lo largo de los años se asocian a la sensibilidad tipo B. Estos dos tipos de sensibilidades introducen simplificaciones en el análisis de la correlación. Para hacer operativo el algoritmo se asume, por defecto, que las incertidumbres de los factores de emisión corresponden a la sensibilidad tipo A, están normalmente correlacionados a lo largo de los años; mientras las variables de actividad corresponden a la sensibilidad tipo B, no están correlacionadas a lo largo de los años, salvo mención en contrario como se verá más adelante en la aplicación del algoritmo al caso del presente inventario. Una vez que han sido calculadas las incertidumbres de las emisiones según cada uno de los dos tipos de sensibilidad indicados, pueden ser agregadas usando la ecuación de propagación del error para obtener la incertidumbre conjunta en la tendencia.

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

Para hacer operativo el procedimiento de estimación se deben de introducir como información primaria en la hoja de cálculo los datos correspondientes a las siguientes columnas:

A-B Que relacionan, respectivamente, las categorías fuente/sumidero consideradas en el análisis (A) y el gas emitido (B). Cabe indicar a este respecto que, para el caso concreto de actividades que actúan a la vez como fuente emisora y sumidero, el análisis se ha realizado considerando de manera diferenciada los niveles de absorción y los niveles de emisiones de cada una de estas categorías.

Las categorías fuente/sumidero y gas están ordenadas según su importancia en el inventario del año de referencia de la tabla. Como años de referencia para este análisis, y con relación al año 90/95, se han tomado los dos últimos años disponibles.

C Emisiones/absorciones por categoría fuente/sumidero y gas, en términos de CO_2-equivalente, en el año 90/95. Los datos introducidos son los valores centrales de las emisiones/absorciones estimadas para el año base, que es el año 1990 para los gases CO_2, CH_4 y N_2O, y el año 1995 para los gases fluorados.

D Emisiones/absorciones por categoría fuente/sumidero y gas, en términos de CO_2-equivalente, en los años respectivos, 2007 y 2008. Los datos introducidos son los valores centrales de las emisiones/absorciones estimadas en el inventario para dichos años. La información se presenta en sendas tablas del citado anexo para cada año de referencia, una para el año 2007 y otra para el año 2008.

E Incertidumbre asociada a la variable de actividad, expresada en porcentaje a partir del ratio, coeficiente de incertidumbre, cuyo numerador es la mitad del intervalo de confianza del 95% de la variable considerada y el denominador el valor esperado de la variable. Para el último año disponible en el inventario se estima un incremento en las incertidumbres asociadas a variables de actividad relacionadas con el consumo de combustibles con fines energéticos (actividades comprendidas dentro del sector IPCC 1A) dado que la información de base, al menos parcialmente, resulta provisional a fecha de elaboración del inventario.

F Incertidumbre asociada al factor de emisión, expresadas en porcentaje a partir del ratio, coeficiente de incertidumbre, cuyo numerador es la mitad del intervalo de confianza del 95% del factor de emisión considerado y el denominador el valor esperado del factor de emisión.

S/N En esta columna se señalan, con S, aquellas categorías fuente en que se considera que la variable de actividad está correlacionada a lo largo de los años, y con N cuando no hay correlación de la variable de actividad a lo largo de los años. Así pues, las categorías fuente marcadas con S son la excepción a la sensibilidad tipo B en las variables de actividad.

Con la información anterior, el resto de las columnas de la tabla se calculan, de acuerdo con las fórmulas especificadas para la misma en la citada Sección 6.3.2 de la Tabla 6.1 de la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC.

Con relación a la información introducida en las columnas E y F, se comenta de forma sintetizada y con carácter general las principales fuentes seleccionadas (véanse, para mayor detalle, los capítulos sectoriales de este documento: capítulo 3 “Energía”; capítulo 4 “Procesos Industriales”; capítulo 5 “Uso de disolventes y otros productos”; capítulo 6 “Agricultura”; y capítulo 8 “Residuos”):

- Como referencias principales se han considerado el Manual de Referencia 1996 IPCC, la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC y la Guía 2006 IPCC.

- Las estimaciones consideradas más verosímiles por el equipo de trabajo del inventario que integran información de otra serie de fuentes son las siguientes:

  · Para lo referente a las variables de actividad de los combustibles, el análisis de la variabilidad de los balances de combustibles (oferta vs. demanda y errores estadísticos) y la proveniente de los cuestionarios individualizados a plantas.

  · Para los factores de emisión de CO_2 en la combustión, el análisis de la variabilidad de los poderes caloríficos y contenidos de carbono de los combustibles por unidad energética o por unidad de masa o volumen. Así mismo se han introducido criterios sobre la incertidumbre presumible en los coeficientes de oxidación, parámetros sobre los que se ha podido disponer de alguna información de expertos del sector energético. Para los factores de CH_4 y de N_2O en la combustión se han tomado bandas amplias que cubran la variabilidad observada en las referencias de IPCC y el Libro Guía EMEP/CORINAIR tanto para la combustión estacionaria como para la móvil.

  · Para las emisiones fugitivas de la energía se ha tenido también en cuenta, además de la variabilidad reseñada en las referencias de IPCC, la expuesta en el Libro Guía EMEP/CORINAIR.

  · Para las emisiones generadas en los procesos industriales, se ha complementado la información de las guías IPCC con información recibida por el equipo de trabajo del inventario de expertos sectoriales y, en su caso, de cuestionarios individualizados a plantas.

- Para la determinación de la incertidumbre de las variables de actividad y factores de emisión de CH_4 y N_2O provenientes de la agricultura, se ha complementado la información disponible en las guías IPCC y documentos elaborados por el MAPA con supuestos asumidos por el equipo de trabajo del inventario sobre incertidumbre en la asignación de los sistemas de gestión ganadera y prácticas agrícolas.

- Para la determinación de la incertidumbre de las variables de actividad y factores de emisión de CH_4 y N_2O provenientes del tratamiento de residuos, se ha complementado la información disponible en las guías IPCC con supuestos asumidos por el equipo de trabajo del inventario sobre la incertidumbre de los sistemas de gestión de residuos y parámetros relevantes en los procesos de tratamiento.

- Para las variables de actividad y factores de emisión en la producción de hidrocarburos fluorados (emisiones de HFC-23 subproducto de la fabricación de HCFC-22), se han considerado cotas superiores para la precisión presumible en los procedimientos de estimación empleados por las plantas fabricantes.

- En el caso de las actividades del sector LULUCF-Convenio la información referente a factores y parámetros nacionales se ha tomado de: i) publicaciones técnicas, caso del carbono orgánico del suelo (COS) para las tierras agrícolas, los pastizales y las tierras forestales; ii) los valores de referencia del diseño de las encuestas en el caso de variables de actividad sobre superficies agrícolas tomadas del Anuario de Estadística Medioambiental y de la Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España; iii) juicios de experto para los valores y parámetros de la biomasa de los cultivos leñosos; iv) GBP-LULUCF 2003 de IPCC, y v) estimaciones propias del equipo de trabajo del Inventario.

  Para un conjunto amplio de actividades y gases se ha contrastado con la información declarada en los inventarios de otros países de la Unión Europea.

En este anexo se presentan las tablas A7.1 a A7.4 con la estimación de la incertidumbre para los años 2007 y 2008 del inventario (sin LULUCF) y del inventario con LULUCF-Convenio siguiendo el enfoque de nivel 1 propuesto en la Guía de Buenas Prácticas 2000 IPCC. Las tablas dispuestas a continuación reproducen la estructura y fórmulas de la tabla 6.1 de dicho documento.

En el cálculo se han analizado individualmente las categorías identificadas claves por su nivel y/o tendencia para cada año[2] correspondiente, tratando de forma agregada el resto de categorías dentro de una categoría adicional.

[2] Para la identificación de categorías clave se han adoptado los procedimientos (métricas, umbrales y criterios de determinación) de nivel 1 y nivel 2 propuestos en la Guía 2006 IPCC. Véase el anexo 1 del presente documento para un mayor detalle.

Inventario de gases de efecto invernadero (con LULUCF-PK)

Los procedimientos de estimación de la incertidumbre del inventario de gases de efecto invernadero con LULUCF-PK son en esencia metodológicamente similares a los del inventario con LULUCF-Convenio, con la importante salvedad que se resalta a continuación. La cuantificación de la incertidumbre corresponde a la estimación de los flujos de emisiones y absorciones que resultan teniendo en cuenta la operatividad, en su caso, del techo que establece para LULUCF-PK la Decisión 16/CMP.1. En este sentido, la cuantificación de esta incertidumbre difiere de la que correspondería a los flujos de emisiones y absorciones reportados en la tabla 5(KP) del CRF Reporter, en la cual no se tiene en cuenta el techo (de 670 kt de sumidero de carbono para cada uno de los 5 años del periodo PK) que establece la citada Decisión.

A continuación se presenta en las tablas A7.5 a A7.8 los resultados de la cuantificación de incertidumbre para los años 1990 y 2008 correspondientes al sector LULUCF-PK y al agregado del inventario con LULUCF-PK.

Tabla A7.1.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2007

A		B	C	D			E	F	G
Fuentes claves (Año 2007)		Gas	Emisiones Año de referencia 90/95 (Gg CO_2-eq)	Emisiones Año 2007 (Gg CO_2-eq)	Contribución Nivel 2007 (%)	Acumulado Nivel 2007 (%)	Incertidumbre VA (%)	Incertidumbre FE (%)	Incertidumbre propagada (%)
Código IPCC	Descripción categoría								
1A3b	Transporte por carretera - Diésel	CO2	24.436	76.099	17,3	17	5	2	5,5
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Sólido	CO2	57.778	71.082	16,2	34	2	4	4,5
1A2	Combustión - Sector industria - Gaseoso	CO2	8.432	36.567	8,3	42	5	2	5,2
1A2	Combustión - Sector industria - Líquido	CO2	24.521	26.119	6,0	48	10	3	10,5
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Gaseoso	CO2	437	25.869	5,9	54	2	2	2,3
1A4	Combustión - Otros sectores - Líquido	CO2	21.685	24.780	5,6	59	15	2	15,2
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO2	25.928	21.230	4,8	64	3	2	3,7
2A1	Producción de cemento	CO2	12.534	17.305	3,9	68	2	8	8,4
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH4	11.580	13.282	3,0	71	3	10	10,4
1A4	Combustión - Otros sectores - Gaseoso	CO2	1.319	11.467	2,6	74	5	2	5,2
1A1b	Refino de petróleo - Líquido	CO2	10.861	11.371	2,6	76	3	3	3,7
6A	Depósito en vertederos	CH4	4.760	10.785	2,5	79	30	100	104,4
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	9.727	9.827	2,2	81	18	400	400,4
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Líquido	CO2	6.007	9.696	2,2	83	2	2	2,5
1A3a2	Aviación civil	CO2	4.130	7.582	1,7	85	35	5	35,4
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	7.056	7.259	1,7	87	190	50	196,5
1A2	Combustión - Sector industria - Sólido	CO2	13.237	6.135	1,4	88	5	15	15,9
4B	Gestión de estiércol	CH4	4.072	5.867	1,3	89	3	10	10,4
2F	Consumo de halocarburos y SF_6	HFC&PFC	8	5.245	1,2	91	50	30	58,3
2-2A1-2A2 -2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO2	2.745	3.691	0,8	91	10	30	31,6
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO2	1.500	3.260	0,7	92	75	3	75,0
4B	Gestión de estiércol	N2O	2.270	2.802	0,6	93	16	100	101,3
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N2O	2.273	2.619	0,6	93	16	100	101,3
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO2	1.656	2.392	0,5	94	10	25	26,9
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	2.491	2.363	0,5	95	3	5	5,7
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH4	1.243	2.268	0,5	95	200	100	223,6
2A3	Uso de piedra caliza y dolomita	CO2	1.005	1.806	0,4	95	10	2	10,2
1A1b	Refino de petróleo - Gaseoso	CO2	45	1.478	0,3	96	3	2	3,4
6B	Tratamiento de aguas residuales	N2O	1.072	1.221	0,3	96	14	500	500,2
2B2	Producción de ácido nítrico	N2O	2.800	995	0,2	96	2	10	10,2
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras - Sólido	CO2	1.847	945	0,2	97	5	5	7,1
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH4	1.818	883	0,2	97	5	40	40,3
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N2O	283	739	0,2	97	3	900	900,0
1A4	Combustión - Otros sectores	CH4	819	683	0,2	97	20	150	151,3
1A2	Combustión - Sector industria	CH4	83	623	0,1	97	5	150	150,1
1A2	Combustión - Sector industria	N2O	400	619	0,1	97	5	900	900,0
1A4	Combustión - Otros sectores - Sólido	CO2	2.282	553	0,1	97	20	15	25,1
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	4.638	423	0,1	98	30	0	30,0
1A4	Combustión - Otros sectores	N2O	300	332	0,1	98	20	900	900,2
2C3	Producción de aluminio	PFC	832	124	0,0	98	1	20	20,0
***	Otras fuentes de emisión	***	6.446	10.290	2,3	100	100	100	141,4
	Emisiones totales brutas		287.357	438.677					

Tabla A7.1.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2007 (Continuación)

A		B	H	SN	I	J	K	L	M
Fuentes claves (Año 2007)		Gas	Incertidumbre combinada (% Emisiones totales 2007)	Correlación VA en el tiempo (S/N)	Sensibilidad Tipo A	Sensibilidad Tipo B	Incertidumbre evoluc F.E. (%)	Incertidumbre evoluc VA (%)	Incertidumbre evoluc Emisiones (%)
Código IPCC	Descripción categoría								
1A3b	Transporte por carretera - Diésel	CO_2	0,9	N	0,135	0,265	0,30	1,87	1,90
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Sólido	CO_2	0,7	N	-0,059	0,247	-0,24	0,70	0,74
1A2	Combustión - Sector industria - Gaseoso	CO_2	0,4	N	0,082	0,127	0,12	0,90	0,91
1A2	Combustión - Sector industria - Líquido	CO_2	0,6	N	-0,039	0,091	-0,13	1,29	1,29
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Gaseoso	CO_2	0,1	N	0,088	0,090	0,13	0,22	0,26
1A4	Combustión - Otros sectores - Líquido	CO_2	0,9	N	-0,029	0,086	-0,06	1,83	1,83
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO_2	0,2	N	-0,064	0,074	-0,13	0,31	0,34
2A1	Producción de cemento	CO_2	0,3	N	-0,006	0,060	-0,05	0,13	0,14
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH_4	0,3	N	-0,015	0,046	-0,15	0,20	0,25
1A4	Combustión - Otros sectores - Gaseoso	CO_2	0,1	N	0,033	0,040	0,05	0,28	0,29
1A1b	Refino de petróleo - Líquido	CO_2	0,1	N	-0,018	0,040	-0,05	0,14	0,15
6A	Depósito en vertederos	CH_4	2,6	S	0,012	0,038	1,22	0,37	1,28
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N_2O	9,0	N	-0,017	0,034	-6,99	0,87	7,04
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Líquido	CO_2	0,1	N	0,002	0,034	0,00	0,07	0,07
1A3a2	Aviación civil	CO_2	0,6	N	0,004	0,026	0,02	1,31	1,31
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N_2O	3,3	S	-0,012	0,025	-0,61	-2,32	2,40
1A2	Combustión - Sector industria - Sólido	CO_2	0,2	N	-0,049	0,021	-0,74	0,15	0,75
4B	Gestión de estiércol	CH_4	0,1	S	-0,001	0,020	-0,01	0,00	0,01
2F	Consumo de halocarburos y SF_6	HFC&PFC	0,7	S	0,018	0,018	0,55	0,91	1,06
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO_2	0,3	N	-0,002	0,013	-0,05	0,18	0,19
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO_2	0,6	N	0,003	0,011	0,01	1,20	1,20
4B	Gestión de estiércol	N_2O	0,6	S	-0,002	0,010	-0,23	-0,04	0,23
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N_2O	0,6	N	-0,003	0,009	-0,30	0,21	0,36
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO_2	0,1	N	0,000	0,008	-0,01	0,12	0,12
2C1	Producción de hierro y acero	CO_2	0,0	N	-0,005	0,008	-0,02	0,03	0,04
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH_4	1,2	N	0,001	0,008	0,13	2,23	2,24
2A3	Uso de piedra caliza y dolomita	CO_2	0,0	N	0,001	0,006	0,00	0,09	0,09
1A1b	Refino de petróleo - Gaseoso	CO_2	0,0	N	0,005	0,005	0,01	0,02	0,02
6B	Tratamiento de aguas residuales	N_2O	1,4	N	-0,001	0,004	-0,72	0,09	0,73
2B2	Producción de ácido nítrico	N_2O	0,0	N	-0,011	0,003	-0,11	0,01	0,11
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras - Sólido	CO_2	0,0	N	-0,007	0,003	-0,03	0,02	0,04
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH_4	0,1	N	-0,007	0,003	-0,26	0,02	0,26
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N_2O	1,5	N	0,001	0,003	0,96	0,01	0,96
1A4	Combustión - Otros sectores	CH_4	0,2	N	-0,002	0,002	-0,30	0,07	0,30
1A2	Combustión - Sector industria	CH_4	0,2	N	0,002	0,002	0,26	0,02	0,26
1A2	Combustión - Sector industria	N_2O	1,3	N	0,000	0,002	0,02	0,02	0,03
1A4	Combustión - Otros sectores - Sólido	CO_2	0,0	N	-0,010	0,002	-0,15	0,05	0,16
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	0,0	N	-0,023	0,001	0,00	0,06	0,06
1A4	Combustión - Otros sectores	N_2O	0,7	N	0,000	0,001	-0,39	0,03	0,39
2C3	Producción de aluminio	PFC	0,0	N	-0,004	0,000	-0,08	0,00	0,08
***	Otras fuentes de emisión	***	3,3	N	0,002	0,036	0,16	5,06	5,07
		Incertidumbre en las emisiones brutas	**11,0**	**Incertidumbre en la tendencia (diferencias año 2007 y "año referencia 90/05"):**					**10,2**
				Incertidumbre en la tendencia (% respecto al valor central estimado para el "año de referencia 90/95"):					**5,4**

Tabla A7.2.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2008

A		B	C	D			E	F	G
Fuentes claves (Año 2008)		Gas	Emisiones Año de referencia 90/95	Emisiones Año 2008	Contribución Nivel 2008	Acumulado Nivel 2008	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada
Código IPCC	Descripción categoría		(Gg CO_2-eq)	(Gg CO_2-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1A3b	Transporte por carretera - Diesel	CO_2	24.436	71.619	17,7	18	5,5	2,2	5,9
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Sólido	CO_2	57.778	46.674	11,5	29	2,2	4	4,6
1A2	Combustión - Sector industria - Gaseoso	CO_2	8.432	35.202	8,7	38	5,5	1,5	5,7
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Gaseoso	CO_2	437	33.582	8,3	46	1,925	1,5	2,4
1A2	Combustión - Sector industria - Líquido	CO_2	24.521	25.018	6,2	52	11	3,2	11,5
1A4	Combustión - Otros sectores - Líquido	CO_2	21.685	24.708	6,1	58	16,5	2,2	16,6
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO_2	25.928	19.552	4,8	63	3,3	2,1	3,9
2A1	Producción de cemento	CO_2	12.534	14.744	3,6	67	1,5	8,3	8,4
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH_4	11.580	12.678	3,1	70	3	10	10,4
1A4	Combustión - Otros sectores - Gaseoso	CO_2	1.319	11.913	2,9	73	5,5	1,5	5,7
6A	Depósito en vertederos	CH_4	4.760	11.322	2,8	76	30	100	104,4
1A1b	Refino de petróleo - Líquido	CO_2	10.861	10.749	2,6	78	2,75	2,7	3,9
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Líquido	CO_2	6.007	9.349	2,3	81	1,65	2	2,6
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N_2O	9.727	8.492	2,1	83	18	400	400,4
1A3a2	Aviación civil	CO_2	4.130	7.314	1,8	85	38,5	5	38,8
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N_2O	7.056	6.280	1,5	86	190	50	196,5
2F	Consumo de halocarburos y SF_6	HFC&PFC	8	5.722	1,4	87	50	30	58,3
1A2	Combustión - Sector industria - Sólido	CO_2	13.237	5.627	1,4	89	5,5	15,1	16,1
4B	Gestión de estiércol	CH_4	4.072	5.588	1,4	90	3	10	10,4
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO_2	2.745	3.507	0,9	91	10	30	31,6
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO_2	1.500	3.319	0,8	92	82,5	2,7	82,5
4B	Gestión de estiércol	N_2O	2.270	2.677	0,7	93	16	100	101,3
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N_2O	2.273	2.549	0,6	93	16	100	101,3
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH_4	1.243	2.310	0,6	94	200	100	223,6
2C1	Producción de hierro y acero	CO_2	2.491	2.212	0,5	94	3	4,9	5,7
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO_2	1.656	2.173	0,5	95	10	25	26,9
1A1b	Refino de petróleo - Gaseoso	CO_2	45	1.679	0,4	95	3,3	1,5	3,6
2A3	Uso de piedra caliza y dolomita	CO_2	1.005	1.313	0,3	96	10	2	10,2
6B	Tratamiento de aguas residuales	N_2O	1.072	1.248	0,3	96	14,2	500	500,2
2B2	Producción de ácido nítrico	N_2O	2.800	988	0,2	96	2	10	10,2
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras - Sólido	CO_2	1.847	938	0,2	96	5,5	5	7,4
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N_2O	283	731	0,2	97	2,75	900	900,0
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH_4	1.818	692	0,2	97	5	40	40,3
1A4	Combustión - Otros sectores	CH_4	819	681	0,2	97	22	150	151,6
1A2	Combustión - Sector industria	CH_4	83	617	0,2	97	5,5	150	150,1
1A2	Combustión - Sector industria	N_2O	400	580	0,1	97	5,5	900	900,0
1A4	Combustión - Otros sectores - Sólido	CO_2	2.282	557	0,1	97	22	15,1	26,7
1A4	Combustión - Otros sectores	N_2O	300	334	0,1	97	22	900	900,3
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	4.638	330	0,1	97	30	0	30,0
***	Otras fuentes de emisión	***	7.279	10.173	2,5	100	100	100	141,4
	Emisiones totales brutas		287.357	405.740					

(*) En la categoría 2E1 por HFC, las incertidumbres cifradas para la variable de actividad y el factor de emisión son porcentajes derivados de la incertidumbre asignada a las emisiones de HFC-23, información de base en dicha categoría.

Tabla A7.2.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2008 (Continuación)

A		B	H	SN	I	J	K	L	M
Fuentes claves (Año 2008)									
Código IPCC	**Descripción categoría**	**Gas**	**Incertidumbre combinada** (% Emisiones 2008)	**Correlación VA en el tiempo** (S/N)	**Sensibilidad Tipo A**	**Sensibilidad Tipo B**	**Incertidumbre tend. F.E. (%)**	**Incertidumbre tend, VA (%)**	**Incertidumbre tend. Emisiones (%)**
1A3b	Transporte por carretera - Diésel	CO_2	1,0	N	0,129	0,249	0,28	1,94	1,96
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Sólido	CO_2	0,5	N	-0,121	0,162	-0,48	0,51	0,70
1A2	Combustión - Sector industria - Gaseoso	CO_2	0,5	N	0,081	0,123	0,12	0,95	0,96
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Gaseoso	CO_2	0,2	N	0,115	0,117	0,17	0,32	0,36
1A2	Combustión - Sector industria - Líquido	CO_2	0,7	N	-0,033	0,087	-0,11	1,35	1,36
1A4	Combustión - Otros sectores - Líquido	CO_2	1,0	N	-0,021	0,086	-0,05	2,01	2,01
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO_2	0,2	N	-0,059	0,068	-0,12	0,32	0,34
2A1	Producción de cemento	CO_2	0,3	N	-0,010	0,051	-0,09	0,11	0,14
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH_4	0,3	N	-0,013	0,044	-0,13	0,19	0,23
1A4	Combustión - Otros sectores - Gaseoso	CO_2	0,2	N	0,035	0,041	0,05	0,32	0,33
6A	Depósito en vertederos	CH_4	2,9	S	0,016	0,039	1,60	0,48	1,67
1A1b	Refino de petróleo - Líquido	CO_2	0,1	N	-0,016	0,037	-0,04	0,15	0,15
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Líquido	CO_2	0,1	N	0,003	0,033	0,01	0,08	0,08
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N_2O	8,4	N	-0,018	0,030	-7,29	0,75	7,33
1A3a2	Aviación civil	CO_2	0,7	N	0,005	0,025	0,03	1,39	1,39
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N_2O	3,0	S	-0,013	0,022	-0,64	-2,43	2,52
2F	Consumo de halocarburos y SF_6	HFC&PFC	0,8	S	0,020	0,020	0,60	0,99	1,16
1A2	Combustión - Sector industria - Sólido	CO_2	0,2	N	-0,045	0,020	-0,69	0,15	0,70
4B	Gestión de estiércol	CH_4	0,1	S	-0,001	0,019	-0,01	0,00	0,01
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO_2	0,3	N	-0,001	0,012	-0,04	0,17	0,18
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO_2	0,7	N	0,004	0,012	0,01	1,35	1,35
4B	Gestión de estiércol	N_2O	0,7	S	-0,002	0,009	-0,18	-0,03	0,19
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N_2O	0,6	N	-0,002	0,009	-0,23	0,20	0,30
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH_4	1,3	N	0,002	0,008	0,19	2,27	2,28
2C1	Producción de hierro y acero	CO_2	0,0	N	-0,005	0,008	-0,02	0,03	0,04
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO_2	0,1	N	-0,001	0,008	-0,01	0,11	0,11
1A1b	Refino de petróleo - Gaseoso	CO_2	0,0	N	0,006	0,006	0,01	0,03	0,03
2A3	Uso de piedra caliza y dolomita	CO_2	0,0	N	0,000	0,005	0,00	0,06	0,06
6B	Tratamiento de aguas residuales	N_2O	1,5	N	-0,001	0,004	-0,46	0,09	0,47
2B2	Producción de ácido nítrico	N_2O	0,0	N	-0,010	0,003	-0,10	0,01	0,10
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras - Sólido	CO_2	0,0	N	-0,006	0,003	-0,03	0,03	0,04
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N_2O	1,6	N	0,001	0,003	1,04	0,01	1,04
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH_4	0,1	N	-0,007	0,002	-0,26	0,02	0,26
1A4	Combustión - Otros sectores	CH_4	0,3	N	-0,002	0,002	-0,25	0,07	0,26
1A2	Combustión - Sector industria	CH_4	0,2	N	0,002	0,002	0,26	0,02	0,26
1A2	Combustión - Sector industria	N_2O	1,3	N	0,000	0,002	0,05	0,02	0,05
1A4	Combustión - Otros sectores - Sólido	CO_2	0,0	N	-0,009	0,002	-0,14	0,06	0,15
1A4	Combustión - Otros sectores	N_2O	0,7	N	0,000	0,001	-0,28	0,04	0,28
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	0,0	N	-0,022	0,001	0,00	0,05	0,05
***	Otras fuentes de emisión	***	3,5	N	0,000	0,035	-0,04	5,01	5,01
Incertidumbre en las emisiones brutas			**10,8**	**Incertidumbre en la tendencia (diferencias año 2008 y "año referencia 90/05"):**					**10,6**
				Incertidumbre en la tendencia (% respecto al valor central estimado para el "año de referencia 90/95"):					**4,4**

Tabla A7.3.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF-Convenio) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2007

A		B	C	D			E	F	G
Categorías claves (Año 2007)		Gas	Emisiones/absorciones Año de referencia 90/95	Emisiones/ Absorciones Año 2007	Contribución Nivel 2007	Acumulado Nivel 2007	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada
Código IPCC	Descripción categoría		($Gg\ CO_2$-eq)	($Gg\ CO_2$-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1A3b	Transporte por carretera - Diésel	CO_2	24.436	76.099	15,5	16	5	2	5,5
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Sólido	CO_2	57.778	71.082	14,5	30	2	4	4,5
5A1	Bosques que permanecen bosques	CO_2	-39.186	-39.124	8,0	38	5	51	51,2
1A2	Combustión - Sector industria - Gaseoso	CO_2	8.432	36.567	7,5	46	5	2	5,2
1A2	Combustión - Sector industria - Líquido	CO_2	24.521	26.119	5,3	51	10	3	10,5
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Gaseoso	CO_2	437	25.869	5,3	56	2	2	2,3
1A4	Combustión - Otros sectores - Líquido	CO_2	21.685	24.780	5,1	61	15	2	15,2
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO_2	25.928	21.230	4,3	66	3	2	3,7
2A1	Producción de cemento	CO_2	12.534	17.305	3,5	69	2	8	8,4
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH_4	11.580	13.282	2,7	72	3	10	10,4
1A4	Combustión - Otros sectores - Gaseoso	CO_2	1.319	11.467	2,3	74	5	2	5,2
1A1b	Refino de petróleo - Líquido	CO_2	10.861	11.371	2,3	76	3	3	3,7
6A	Depósito en vertederos	CH_4	4.760	10.785	2,2	79	30	100	104,4
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N_2O	9.727	9.827	2,0	81	18	400	400,4
5A2	Tierras convertidas a bosques	CO_2	-195	-9.726	2,0	83	3	45	45,0
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Líquido	CO_2	6.007	9.696	2,0	85	2	2	2,5
1A3a2	Aviación civil	CO_2	4.130	7.582	1,5	86	35	5	35,4
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N_2O	7.056	7.259	1,5	88	190	50	196,5
1A2	Combustión - Sector industria - Sólido	CO_2	13.237	6.135	1,3	89	5	15	15,9
4B	Gestión de estiércol	CH_4	4.072	5.867	1,2	90	3	10	10,4
2F	Consumo de halocarburos y SF_6	HFC&PFC	8	5.245	1,1	91	50	30	58,3
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO_2	2.745	3.691	0,8	92	10	30	31,6
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO_2	1.500	3.260	0,7	93	75	3	75,0
4B	Gestión de estiércol	N_2O	2.270	2.802	0,6	93	16	100	101,3
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N_2O	2.273	2.619	0,5	94	16	100	101,3
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO_2	1.656	2.392	0,5	94	10	25	26,9
2C1	Producción de hierro y acero	CO_2	2.491	2.363	0,5	95	3	5	5,7
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH_4	1.243	2.268	0,5	95	200	100	223,6
2A3	Uso de piedra caliza y dolomita	CO_2	1.005	1.806	0,4	95	10	2	10,2
1A1b	Refino de petróleo - Gaseoso	CO_2	45	1.478	0,3	96	3	2	3,4
6B	Tratamiento de aguas residuales	N_2O	1.072	1.221	0,2	96	14	500	500,2
2B2	Producción de ácido nítrico	N_2O	2.800	995	0,2	96	2	10	10,2
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras - Sólido	CO_2	1.847	945	0,2	96	5	5	7,1
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH_4	1.818	883	0,2	97	5	40	40,3
5C2	Tierras que se convierten a pastizales	CO_2	-47	-841	0,2	97	20	600	600,3
5B1	Tierras agrícolas que permanecen como tierras agrícolas	CO_2	0	-837	0,2	97	3	270	270,0
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N_2O	283	739	0,2	97	3	900	900,0
1A4	Combustión - Otros sectores	CH_4	819	683	0,1	97	20	150	151,3
1A2	Combustión - Sector industria	CH_4	83	623	0,1	97	5	150	150,1
1A4	Combustión - Otros sectores - Sólido	CO_2	2.282	553	0,1	97	20	15	25,1
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	4.638	423	0,1	98	30	0	30,0
1A4	Combustión - Otros sectores	N2O	300	332	0,1	98	20	900	900,2
2C3	Producción de aluminio	PFC	832	124	0,0	98	1	20	20,0
***	Otras categorías	***	7.450	11.496	2,3	100	100	100	141,4
Emisiones totales netas			248.533	388.736					

Tabla A7.3.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF-Convenio) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2007 (Continuación)

A		B	H	SN	I	J	K	L	M
Categorías claves (Año 2007)		Gas	Incertidumbre combinada (% Neto 2007)	Correlación VA en el tiempo (S/N)	Sensibilidad Tipo A	Sensibilidad Tipo B	Incertidumbre tend. F.E. (%)	Incertidumbre tend. VA (%)	Incertidumbre tend. Emisiones netas (%)
Código IPCC	Descripción categoría								
1A3b	Transporte por carretera - Diesel	CO_2	1,1	N	0,152	0,306	0,33	2,17	2,19
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Sólido	CO_2	0,8	N	0,077	0,286	0,31	0,81	0,87
5A1	Bosques que permanecen bosques	CO_2	5,2	N	0,089	0,157	4,56	1,11	4,69
1A2	Combustión - Sector industria - Gaseoso	CO_2	0,5	N	0,094	0,147	0,14	1,04	1,05
1A2	Combustión - Sector industria - Líquido	CO_2	0,7	N	0,049	0,105	0,16	1,49	1,49
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Gaseoso	CO_2	0,2	N	0,101	0,104	0,15	0,26	0,30
1A4	Combustión - Otros sectores - Líquido	CO_2	1,0	N	0,037	0,100	0,08	2,12	2,12
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO_2	0,2	N	0,078	0,085	0,16	0,36	0,40
2A1	Producción de cemento	CO_2	0,4	N	0,009	0,070	0,08	0,15	0,17
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH_4	0,4	N	0,019	0,053	0,19	0,23	0,30
1A4	Combustión - Otros sectores - Gaseoso	CO_2	0,2	N	0,038	0,046	0,06	0,33	0,33
1A1b	Refino de petróleo - Líquido	CO_2	0,1	N	0,023	0,046	0,06	0,16	0,17
6A	Depósito en vertederos	CH_4	2,9	S	0,013	0,043	1,34	0,40	1,40
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N_2O	10,1	N	0,022	0,040	8,67	1,01	8,72
5A2	Tierras convertidas a bosques	CO_2	1,1	N	0,038	0,039	1,70	0,17	1,71
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Líquido	CO_2	0,1	N	0,001	0,039	0,00	0,08	0,08
1A3a2	Aviación civil	CO_2	0,7	N	0,005	0,031	0,02	1,51	1,51
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N_2O	3,7	S	0,015	0,029	0,76	2,89	2,99
1A2	Combustión - Sector industria - Sólido	CO_2	0,3	N	0,059	0,025	0,88	0,17	0,90
4B	Gestión de estiércol	CH_4	0,2	S	0,002	0,024	0,02	0,01	0,02
2F	Consumo de halocarburos y SF_6	HFC&PFC	0,8	S	0,021	0,021	0,63	1,05	1,23
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO_2	0,3	N	0,002	0,015	0,07	0,21	0,22
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO_2	0,6	N	0,004	0,013	0,01	1,39	1,39
4B	Gestión de estiércol	N_2O	0,7	S	0,003	0,011	0,30	0,05	0,31
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N_2O	0,7	N	0,004	0,011	0,38	0,24	0,45
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO_2	0,2	N	0,001	0,010	0,02	0,14	0,14
2C1	Producción de hierro y acero	CO_2	0,0	N	0,006	0,010	0,03	0,04	0,05
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH_4	1,3	N	0,001	0,009	0,13	2,58	2,58
2A3	Uso de piedra caliza y dolomita	CO_2	0,0	N	0,001	0,007	0,00	0,10	0,10
1A1b	Refino de petróleo - Gaseoso	CO_2	0,0	N	0,006	0,006	0,01	0,03	0,03
6B	Tratamiento de aguas residuales	N_2O	1,6	N	0,002	0,005	0,92	0,10	0,92
2B2	Producción de ácido nítrico	N_2O	0,0	N	0,014	0,004	0,14	0,01	0,14
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras - Sólido	CO_2	0,0	N	0,008	0,004	0,04	0,03	0,05
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH_4	0,1	N	0,008	0,004	0,32	0,03	0,32
5C2	Tierras que se convierten en pastizales	CO_2	1,3	N	0,003	0,003	1,85	0,10	1,86
5B1	Tierras agrícolas que permanecen como tierras agrícolas	CO_2	0,6	N	0,003	0,003	0,91	0,01	0,91
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N_2O	1,7	N	0,001	0,003	1,07	0,01	1,07
1A4	Combustión - Otros sectores	CH_4	0,3	N	0,002	0,003	0,36	0,08	0,37
1A2	Combustión - Sector industria	CH_4	0,2	N	0,002	0,003	0,30	0,02	0,30
1A4	Combustión - Otros sectores - Sólido	CO_2	0,0	N	0,012	0,002	0,18	0,06	0,19
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	0,0	N	0,027	0,002	0,00	0,07	0,07
1A4	Combustión - Otros sectores	N2O	0,8	N	0,001	0,001	0,49	0,04	0,50
2C3	Producción de aluminio	PFC	0,0	N	0,005	0,000	0,09	0,00	0,09
***	Otras categorías	***	4,2	N	0,001	0,046	0,06	6,54	6,54
Incertidumbre en las emisiones netas			**13,6**	**Incertidumbre en la tendencia (diferencias año 2007 y "año referencia 90/05"):**					**13,8**
				Incertidumbre en la tendencia (% respecto al valor central estimado para el "año de referencia 90/95"):					**7,8**

Tabla A7.4.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF-Convenio) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2008

A		B	C	D			E	F	G
Categorías claves (Año 2008)		**Gas**	**Emisiones/absorciones Año de referencia 90/95**	**Emisiones/absorciones Año 2008**	**Contribución Nivel 2008**	**Acumulado Nivel 2008**	**Incertidumbre VA**	**Incertidumbre FE**	**Incertidumbre propagada**
Código IPCC	**Descripción categoría**		(Gg CO_2-eq)	(Gg CO_2-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1A3b	Transporte por carretera - Diésel	CO_2	24.436	71.619	15,5	15	5	2	5,9
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Sólido	CO_2	57.778	46.674	10,1	26	2	4	4,6
5A1	Bosques que permanecen bosques	CO_2	-39.186	-39.120	8,5	34	5	51	51,2
1A2	Combustión - Sector industria - Gaseoso	CO_2	8.432	35.202	7,6	42	6	2	5,7
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Gaseoso	CO_2	437	33.582	7,3	49	2	2	2,4
1A2	Combustión - Sector industria - Líquido	CO_2	24.521	25.018	5,4	54	11	3	11,5
1A4	Combustión - Otros sectores - Líquido	CO_2	21.685	24.708	5,3	60	17	2	16,6
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO_2	25.928	19.552	4,2	64	3	2	3,9
2A1	Producción de cemento	CO_2	12.534	14.744	3,2	67	2	8	8,4
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH_4	11.580	12.678	2,7	70	3	10	10,4
1A4	Combustión - Otros sectores - Gaseoso	CO_2	1.319	11.913	2,6	72	6	2	5,7
6A	Depósito en vertederos	CH_4	4.760	11.322	2,4	75	30	100	104,4
1A1b	Refino de petróleo - Líquido	CO_2	10.861	10.749	2,3	77	3	3	3,9
5A2	Tierras convertidas a bosques	CO_2	-195	-9.726	2,1	79	3	45	45,0
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Líquido	CO_2	6.007	9.349	2,0	81	2	2	2,6
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N_2O	9.727	8.492	1,8	83	18	400	400,4
1A3a2	Aviación civil	CO_2	4.130	7.314	1,6	85	39	5	38,8
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N_2O	7.056	6.280	1,4	86	190	50	196,5
2F	Consumo de halocarburos y SF6	HFC&PFC	8	5.722	1,2	87	50	30	58,3
1A2	Combustión - Sector industria - Sólido	CO_2	13.237	5.627	1,2	89	5	15	16,1
4B	Gestión de estiércol	CH_4	4.072	5.588	1,2	90	3	10	10,4
5B1	Tierras agrícolas que permanecen como tierras agrícolas	CO_2	0	-4.547	1,0	91	3	270	270,0
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO_2	2.745	3.507	0,8	91	10	30	31,6
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO_2	1.500	3.319	0,7	92	83	3	82,5
4B	Gestión de estiércol	N_2O	2.270	2.677	0,6	93	16	100	101,3
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N_2O	2.273	2.549	0,6	93	16	100	101,3
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH_4	1.243	2.310	0,5	94	200	100	223,6
2C1	Producción de hierro y acero	CO_2	2.491	2.212	0,5	94	3	5	5,7
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO_2	1.656	2.173	0,5	95	10	25	26,9
5B1	Tierras agrícolas que permanecen como tierras agrícolas	CO_2	0	2.073	0,4	95	3	16	16,0
1A1b	Refino de petróleo - Gaseoso	CO_2	45	1.679	0,4	96	3	2	3,6
2A3	Uso de piedra caliza y dolomita	CO_2	1.005	1.313	0,3	96	10	2	10,2
6B	Tratamiento de aguas residuales	N_2O	1.072	1.248	0,3	96	14	500	500,2
2B2	Producción de ácido nítrico	N_2O	2.800	988	0,2	96	2	10	10,2
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras - Sólido	CO_2	1.847	938	0,2	97	6	5	7,4
5C2	Tierras que se convierten en pastizales	CO_2	-47	-888	0,2	97	20	600	600,3
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N_2O	283	731	0,2	97	3	900	900,0
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH_4	1.818	692	0,1	97	5	40	40,3
1A2	Combustión - Sector industria	CH_4	83	617	0,1	97	6	150	150,1
1A4	Combustión - Otros sectores - Sólido	CO_2	2.282	557	0,1	97	22	15	26,7
1A4	Combustión - Otros sectores	N_2O	300	334	0,1	97	22	900	900,3
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	4.638	330	0,1	97	30	0	30,0
***	Otras categorías	***	9.102	11.871	2,6	100	100	100	141,4
	Emisiones totales netas		248.533	353.969					

Tabla A7.4.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF-Convenio) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2008 (Continuación)

A		B	H	SN	I	J	K	L	M
Categorías claves (Año 2007)									
Código IPCC	Descripción categoría	Gas	Incertidumbre combinada (% Neto 2008)	Correlación VA en el tiempo (S/N)	Sensibilidad Tipo A	Sensibilidad Tipo B	Incertidumbre tend. F.E. (%)	Incertidumbre tend, VA (%)	Incertidumbre tend,. Emisiones netas (%)
1A3b	Transporte por carretera - Diesel	CO_2	1,2	N	0,148	0,288	0,33	2,24	2,26
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Sólido	CO_2	0,6	N	0,143	0,188	0,57	0,58	0,82
5A1	Bosques que permanecen bosques	CO_2	5,7	N	0,067	0,157	3,43	1,11	3,61
1A2	Combustión - Sector industria - Gaseoso	CO_2	0,6	N	0,093	0,142	0,14	1,10	1,11
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Gaseoso	CO_2	0,2	N	0,133	0,135	0,20	0,37	0,42
1A2	Combustión - Sector industria - Líquido	CO_2	0,8	N	0,040	0,101	0,13	1,57	1,57
1A4	Combustión - Otros sectores - Líquido	CO_2	1,2	N	0,025	0,099	0,05	2,32	2,32
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO_2	0,2	N	0,070	0,079	0,15	0,37	0,40
2A1	Producción de cemento	CO_2	0,4	N	0,012	0,059	0,10	0,13	0,16
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH_4	0,4	N	0,015	0,051	0,15	0,22	0,27
1A4	Combustión - Otros sectores - Gaseoso	CO_2	0,2	N	0,040	0,048	0,06	0,37	0,38
6A	Depósito en vertederos	CH_4	3,3	S	0,018	0,046	1,83	0,55	1,91
1A1b	Refino de petróleo - Líquido	CO_2	0,1	N	0,019	0,043	0,05	0,17	0,18
5A2	Tierras convertidas a bosques	CO_2	1,2	N	0,038	0,039	1,71	0,17	1,71
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Líquido	CO_2	0,1	N	0,003	0,038	0,01	0,09	0,09
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N_2O	9,6	N	0,022	0,034	8,62	0,87	8,67
1A3a2	Aviación civil	CO_2	0,8	N	0,006	0,029	0,03	1,60	1,60
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N_2O	3,5	S	0,015	0,025	0,76	2,88	2,98
2F	Consumo de halocarburos y SF6	HFC&PFC	0,9	S	0,023	0,023	0,69	1,15	1,34
1A2	Combustión - Sector industria - Sólido	CO_2	0,3	N	0,053	0,023	0,80	0,18	0,82
4B	Gestión de estiércol	CH_4	0,2	S	0,001	0,022	0,01	0,00	0,01
5B1	Tierras agrícolas que permanecen como tierras agrícolas	CO_2	3,5	N	0,018	0,018	4,94	0,08	4,94
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO_2	0,3	N	0,002	0,014	0,05	0,20	0,21
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO_2	0,8	N	0,005	0,013	0,01	1,56	1,56
4B	Gestión de estiércol	N_2O	0,8	S	0,002	0,011	0,22	0,04	0,23
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N_2O	0,7	N	0,003	0,010	0,28	0,23	0,36
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH_4	1,5	N	0,002	0,009	0,22	2,63	2,64
2C1	Producción de hierro y acero	CO_2	0,0	N	0,005	0,009	0,03	0,04	0,05
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO_2	0,2	N	0,001	0,009	0,02	0,12	0,13
5B1	Tierras agrícolas que permanecen como tierras agrícolas	CO_2	0,1	N	0,008	0,008	0,13	0,04	0,14
1A1b	Refino de petróleo - Gaseoso	CO_2	0,0	N	0,006	0,007	0,01	0,03	0,03
2A3	Uso de piedra caliza y dolomita	CO_2	0,0	N	0,000	0,005	0,00	0,07	0,07
6B	Tratamiento de aguas residuales	N_2O	1,8	N	0,001	0,005	0,56	0,10	0,57
2B2	Producción de ácido nítrico	N_2O	0,0	N	0,012	0,004	0,12	0,01	0,12
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras - Sólido	CO_2	0,0	N	0,007	0,004	0,03	0,03	0,04
5C2	Tierras que se convierten en pastizales	CO_2	1,5	N	0,003	0,004	1,98	0,10	1,99
1A1	Combustión estacionaria - Sector energía	N_2O	1,9	N	0,001	0,003	1,19	0,01	1,19
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH_4	0,1	N	0,008	0,003	0,31	0,02	0,31
1A2	Combustión - Sector industria	CH_4	0,3	N	0,002	0,002	0,30	0,02	0,30
1A4	Combustión - Otros sectores - Sólido	CO_2	0,0	N	0,011	0,002	0,16	0,07	0,18
1A4	Combustión - Otros sectores	N_2O	0,8	N	0,000	0,001	0,34	0,04	0,34
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	0,0	N	0,025	0,001	0,00	0,06	0,06
***	Otras categorías	***	4,7	N	0,004	0,048	0,44	6,75	6,77
Incertidumbre en las emisiones netas			**14,3**	**Incertidumbre en la tendencia (diferencias año 2008 y "año referencia 90/05"):**					**14,5**
				Incertidumbre en la tendencia (% respecto al valor central estimado para el "año de referencia 90/95"):					**6,1**

Tabla A7.5.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (LULUCF-PK) con el método IPCC de nivel 1 - Año 1990

A		B	D			E	F	G	H
Categorías claves (Año 1990)		Gas	Emisiones/absorciones Año 1990	Contribución Nivel 1990	Acumulado Nivel 1990	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada
Código IPCC	Descripción categoría		($Gg\ CO_2$-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% neto 1990)
5A1	Bosques que permanecen como bosques	CO_2	-2.647	78,3	78	0	0	0,0	0,0
5E2	Tierras convertidas en asentamientos	CO_2	300	8,9	87	10	66	67,0	8,4
5A2	Tierras convertidas a bosques	CO_2	-195	5,8	93	3	45	45,0	3,7
5A1	Bosques que permanecen como bosques	CH_4&N_2O	190	5,6	99	18	47	50,3	4,0
***	Otras categorías	***	-47	1,4	100	100	100	141,4	2,8
CO_2-eq neto: suma algebraica de los valores de las partidas de la columna D			-2.399			**Incertidumbre en las emisiones netas**			**10,4**
CO_2-eq ajustado: suma de los valores absolutos de las partidas de la columna D			3.380						

Tabla A7.6.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (LULUCF-PK) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2008

A		B	D			E	F	G	H
Categorías claves (Año 2008)		Gas	Emisiones/absorciones Año 2008	Contribución Nivel 2008	Acumulado Nivel 2008	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada
Código IPCC	Descripción categoría		($Gg\ CO_2$-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% neto 2008)
5A2	Tierras convertidas a bosques	CO_2	-9.726	48,5	49	3	45	45,0	28,7
5B1	Tierras agrícolas que permanecen como tierras agrícolas - Captaciones	CO_2	-4.547	22,7	71	3	270	270,0	80,5
5A1	Bosques que permanecen como bosques	CO_2	-2.481	12,4	84	0	0	0,0	0,0
5B1	Tierras agrícolas que permanecen como tierras agrícolas - Emisiones	CO_2	2.073	10,3	94	3	16	16,0	2,2
5C2	Tierras convertidas a pastizales	CO_2	-888	4,4	98	20	600	600,3	35,0
***	Otras categorías	***	324	1,6	100	100	100	141,4	3,0
CO_2-eq neto: suma algebraica de los valores de las partidas de la columna D			-15.245			**Incertidumbre en las emisiones netas**			**92,4**
CO_2-eq ajustado: suma de los valores absolutos de las partidas de la columna D			20.038						

Tabla A7.8.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF-PK) con el método IPCC de nivel 1 - Año 1990

A		B	D			E	F	G	H
Categorías claves (Año 1990)		Gas	Emisiones/absorciones Año 1990	Contribución Nivel 1990	Acumulado Nivel 1990	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada
Código IPCC	Descripción categoría		(Gg CO_2-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% neto 1990)
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Sólido	CO_2	57.778	20,0	20	2	4	4,5	0,9
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO_2	25.928	9,0	29	3	2	3,7	0,3
1A2	Combustión - Sector industria - Líquido	CO_2	24.521	8,5	38	10	3	10,5	0,9
1A3b	Transporte por carretera - Diesel	CO_2	24.436	8,5	46	5	2	5,5	0,5
1A4	Combustión - Otros sectores - Líquido	CO_2	21.685	7,5	53	15	2	15,2	1,2
1A2	Combustión - Sector industria - Sólido	CO_2	13.237	4,6	58	5	15	15,9	0,7
2A1	Producción de cemento	CO_2	12.534	4,3	62	2	8	8,4	0,4
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH_4	11.580	4,0	66	3	10	10,4	0,4
1A1b	Refino de petróleo - Líquido	CO_2	10.861	3,8	70	3	3	3,7	0,1
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N_2O	9.727	3,4	74	18	400	400,4	13,8
1A2	Combustión - Sector industria - Gaseoso	CO_2	8.432	2,9	77	5	2	5,2	0,2
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N_2O	7.056	2,4	79	190	50	196,5	4,9
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Líquido	CO_2	6.007	2,1	81	2	2	2,5	0,1
6A	Depósito en vertederos	CH_4	4.760	1,7	83	30	100	104,4	1,8
1A3a2	Aviación civil	CO_2	4.130	1,4	84	35	5	35,4	0,5
4B	Gestión de estiércol	CH_4	4.072	1,4	86	3	10	10,4	0,2
2B2	Producción de ácido nítrico	N_2O	2.800	1,0	86	2	10	10,2	0,1
5A1	Bosques que permanecen bosques	CO_2	-2.647	0,9	87	0	0	0,0	0,0
2C1	Producción de hierro y acero	CO_2	2.491	0,9	88	3	5	5,7	0,1
2E1	Emisiones HFC-23 de la fabricación de HCFC-22	HFC	2.403	0,8	89	30	0	30,0	0,3
1A4	Combustión - Otros sectores - Sólido	CO_2	2.282	0,8	90	20	15	25,1	0,2
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N_2O	2.273	0,8	91	16	100	101,3	0,8
4B	Gestión de estiércol	N_2O	2.270	0,8	91	16	100	101,3	0,8
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras - Sólido	CO_2	1.847	0,6	92	5	5	7,1	0,0
1B1	Emisiones fugitivas asociadas a combustibles sólidos	CH_4	1.818	0,6	93	5	40	40,3	0,3
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO_2	1.656	0,6	93	10	25	26,9	0,2
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO_2	1.500	0,5	94	75	3	75,0	0,4
1A4	Combustión - Otros sectores - Gaseoso	CO_2	1.319	0,5	94	5	2	5,2	0,0
***	Otras categorías	***	15.969	5,5	100	100	100	141,4	8,0
CO_2-eq neto: suma algebraica de los valores de las partidas de la columna D			282.725			**Incertidumbre en las emisiones netas**			**16,9**
CO_2-eq ajustado: suma de los valores absolutos de las partidas de la columna D			288.503						

Tabla A7.9.- Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF-PK) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2008

A		B	D			E	F	G	H
Categorías claves (Año 2008)		Gas	Emisiones/absorciones Año 2008	Contribución Nivel 2008	Acumulado Nivel 2008	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada
Código IPCC	Descripción categoría		(Gg CO_2-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% neto 2008)
1A3b	Transporte por carretera - Diesel	CO_2	71.619	16,8	17	5	2	5,9	1,1
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Sólido	CO_2	46.674	11,0	28	2	4	4,6	0,5
1A2	Combustión - Sector industria - Gaseoso	CO_2	35.202	8,3	36	6	2	5,7	0,5
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Gaseoso	CO_2	33.582	7,9	44	2	2	2,4	0,2
1A2	Combustión - Sector industria - Líquido	CO_2	25.018	5,9	50	11	3	11,5	0,7
1A4	Combustión - Otros sectores - Líquido	CO_2	24.708	5,8	56	17	2	16,6	1,1
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO_2	19.552	4,6	60	3	2	3,9	0,2
2A1	Producción de cemento	CO_2	14.744	3,5	64	2	8	8,4	0,3
4A	Fermentación entérica en ganado doméstico	CH_4	12.678	3,0	67	3	10	10,4	0,3
1A4	Combustión - Otros sectores - Gaseoso	CO_2	11.913	2,8	69	6	2	5,7	0,2
6A	Depósito en vertederos	CH_4	11.322	2,7	72	30	100	104,4	3,0
1A1b	Refino de petróleo - Líquido	CO_2	10.749	2,5	75	3	3	3,9	0,1
5A2	Tierras convertidas a bosques	CO_2	-9.726	2,3	77	3	45	45,0	1,1
1A1a	Producción de electricidad y calor en CCTT de servicio público - Líquido	CO_2	9.349	2,2	79	2	2	2,6	0,1
4D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N_2O	8.492	2,0	81	18	400	400,4	8,7
1A3a2	Aviación civil	CO_2	7.314	1,7	83	39	5	38,8	0,7
4D3	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N_2O	6.280	1,5	84	190	50	196,5	3,2
2F	Consumo de halocarburos y SF6	HFC&PFC	5.722	1,3	86	50	30	58,3	0,9
1A2	Combustión - Sector industria - Sólido	CO_2	5.627	1,3	87	5	15	16,1	0,2
4B	Gestión de estiércol	CH_4	5.588	1,3	88	3	10	10,4	0,1
5B1	Tierras agrícolas que permanecen tierras agrícolas	CO_2	-4.547	1,1	89	3	270	270,0	3,1
2-2A1-2A2-2A3-2C1	Otros procesos industriales	CO_2	3.507	0,8	90	10	30	31,6	0,3
1A3d2	Tráfico marítimo nacional	CO_2	3.319	0,8	91	83	3	82,5	0,7
4B	Gestión de estiércol	N_2O	2.677	0,6	92	16	100	101,3	0,7
4D2	Suelos agrícolas - Producción animal	N_2O	2.549	0,6	92	16	100	101,3	0,7
5A1	Bosques que permanecen bosques	CO_2	-2.481	0,6	93	0	0	0,0	0,0
6B	Tratamiento de aguas residuales	CH_4	2.310	0,5	93	200	100	223,6	1,3
2C1	Producción de hierro y acero	CO_2	2.212	0,5	94	3	5	5,7	0,0
1B2	Emisiones fugitivas asociadas a petróleo y gas natural	CO_2	2.173	0,5	94	10	25	26,9	0,1
5B1	Tierras agrícolas que permanecen tierras agrícolas	CO_2	2.073	0,5	95	3	16	16,0	0,1
1A1b	Refino de petróleo - Gaseoso	CO_2	1.679	0,4	95	3	2	3,6	0,0
2A2	Producción de cal	CO_2	1.658	0,4	96	20	2	20,1	0,1
2A3	Uso de piedra caliza y dolomita	CO_2	1.313	0,3	96	10	2	10,2	0,0
2B2	Producción de ácido nítrico	N_2O	988	0,2	96	2	10	10,2	0,0
1A1c	Comb.estacionaria- Manufactura de combustibles sólidos y otras - Sólido	CO_2	938	0,2	96	6	5	7,4	0,0
***	Otras categorías	***	13.721	3,2	100	100	100	141,4	5,0
CO_2-eq neto: suma algebraica de los valores de las partidas de la columna D			390.495			**Incertidumbre en las emisiones netas**			**11,8**
CO_2-eq ajustado: suma de los valores absolutos de las partidas de la columna D			425.778						

ANEXO 8.- FACTORES DE EMISIÓN DE CO_2 Y PCI DE LOS COMBUSTIBLES

En este anexo se presenta la información, por defecto, que sobre factores de emisión de CO_2 y poderes caloríficos inferiores (PCI) de los combustibles, se han considerado en la edición 1990-2008 del inventario nacional cuando no se disponía de información específica más detallada.

Tabla A8.1.- Factores de emisión de CO_2 y poderes caloríficos por defecto para el inventario 2008

Combustible	Factor de emisión de CO_2 (tCO_2/TJ) (sin factor de oxidación)	Factor de oxidación	Factor de emisión de CO_2 (tCO_2/TJ) incluye factor de oxidación	Poder Calorífico Inferior (PCI)	
				GJ_{PCI}/Unidad	Unidad
Gas natural (1) (2)	56,3	0,995	56	38,54	miles m^3N
Fuelóleo (3)	76,8	0,99	76	40,18	toneladas
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4	toneladas
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5	toneladas
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2	toneladas
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78	toneladas

(1) El PCI también se puede expresar en relación a la masa, siendo su valor de 47,99 GJ / tonelada

(2) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

(3) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, Nº 1 y Nº 2

Tabla A8.2.- Decisión de la Comisión 2004/156/CE. Directrices de seguimiento y notificación

Combustible	Factor de emisión de CO_2 (tCO_2/TJ) Nivel 1	Fuente del factor de emisión	Factor de oxidación Decisión 2004/156/CE Nivel 1	Factor de emisión de CO_2 (tCO_2/TJ) con factor de oxidación
A) Combustibles fósiles líquidos				
Combustibles primarios				
Petróleo bruto	73,3	IPCC 1996 (1)	0,995	72,9
Orimulsión	80,7	IPCC 1996	0,995	80,3
Líquidos de gas natural	63,1	IPCC 1996	0,995	62,8
Combustibles/productos secundarios				
Gasolina	69,3	PCC 1996	0,995	69,0
Queroseno (2)	71,9	IPCC 1996	0,995	71,5
Aceite de esquisto bituminoso	77,4	Comunicación de Estonia, 2002	0,995	77,0
Gasoil	74,1	IPCC 1996	0,995	73,7
Fueloil residual	77,4	IPCC 1996	0,995	77,0
Gas licuado de petróleo	63,1	IPCC 1996	0,995	62,8
Etano	61,6	IPCC 1996	0,995	61,3
Nafta	73,3	IPCC 1996	0,995	72,9
Alquitrán	80,7	IPCC 1996	0,995	80,3
Lubricantes	73,3	IPCC 1996	0,995	72,9
Coque de petróleo	100,8	IPCC 1996	0,995	100,3
Materias primas de refinería	73,3	IPCC 1996	0,995	72,9
Otros aceites	73,3	IPCC 1996	0,995	72,9
B) Combustibles fósiles sólidos				
Combustibles primarios				
Antracita	98,3	IPCC 1996	0,99	97,3
Carbón para coque	94,6	IPCC 1996	0,99	93,7
Otros carbones bituminosos	94,6	IPCC 1996	0,99	93,7
Carbón subbituminoso	96,1	IPCC 1996	0,99	95,1
Lignito	101,2	IPCC 1996	0,99	100,2
Esquisto bituminoso	106,7	IPCC 1996	0,99	105,6
Turba	106	IPCC 1996	0,99	104,9
Combustibles secundarios				
Briquetas de lignito y aglomerados	94,6	IPCC 1996	0,99	93,7
Coque de gas/Hornos de coque	108,2	IPCC 1996	0,99	107,1
C) Fósil gaseosos				
Monóxido de carbono	155,2	Basado en un PCI de 10,12 TJ/t (3)	0,995	154,4
Gas natural (seco)	56,1	IPCC 1996	0,995	55,8
Metano	54,9	Basado en un PCI de 50,01 TJ/t (3)	0,995	54,6
Hidrógeno	0	Sustancia sin carbono	0,995	0,0

(1) Directrices del IPCC revisadas de 1996 para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero: Manual de referencia, 1.13.
(2) Queroseno, excluyendo el queroseno para aviones reactores.
(3) J. Falbe y M.Regitz, Römpp CEIME Lexikon, Stuttgart, 1995.

Tabla A8.3.- Sector: Siderurgia

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO_2/GJ_{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO_2/GJ_{PCI})	PCI (GJ/t)
Antracita (2)	98,3	0,98	96,3	30,26
Carbón coquizable (2)	93,7	0,98	91,8	28,4
Coque (3)	105,1	0,98	103	30,3
Coque de petróleo	99,3	0,99	98,3	32,5
Fuelóleo (4)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (5) (6)	56,3	0,995	56	47,99
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78
Gas de coquería (7)	-	0,995	-	-
Gas de horno alto (7)	-	0,995	-	-
Gas de acería (LD) (7)	-	0,995	-	-
Gas de refinería (8)	54,4	0,995	54,1	48,3

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación
(2) Valores variables dependiendo de las características. Se ha mantenido el valor utilizado en 2002
(3) Valores medios obtenidos del análisis de GFPs del Inventario del año 2007 (siderurgia integral)
(4) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, Nº 1 y Nº 2
(5) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m^3N
(6) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902
(7) Valores específicos de planta y año
(8) Valor calculado en base a información disponible de refinerías suministradoras.

Tabla A8.4.- Sector: Cemento

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO_2/GJ_{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO_2/GJ_{PCI})	PCI (GJ/t)
Carbón nacional (2)	114,3	0,98	112	20,51
Carbón de importación (2)	101,0	0,98	99	25,53
Coque de petróleo	99,3	0,99	98,3	32,5
Fuelóleo (3)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (4) (5)	56,3	0,995	56	47,99
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78
Neumáticos	83,7	0,98	82	31,39
Aceites usados	73,7	0,99	73	40,19
Disolventes	83,8	0,99	83	33,27

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación
(2) Estos datos se han tomado de valores medios obtenidos del análisis de GFPs del Inventario (centrales térmicas), ante la carencia de ormación sobre las características específicas de los carbones nacionales consumidos en el sector.
(3) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, Nº 1 y Nº 2
(4) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m^3N
(5) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

(6) Para otro tipo de residuos valorizados energéticamente en este sector, se considerarán valores específicos a nivel de planta.

Tabla A8.5.- Sector: Cal

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO_2/GJ_{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO_2/GJ_{PCI})	PCI (GJ/t)
Antracita	100,3	0,98	98,3	28,646
Coque siderúrgico	105,1	0,98	103	30,3
Coque de petróleo	101,8	0,99	100,76	35,564
Fuelóleo (2)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (3) (4)	56,3	0,995	56	47,99

Los valores indicados en la tabla anterior son valores por defecto cuando no se disponga de información específica del combustible referente a poder calorífico inferior (PCI) o contenido de carbono del combustible.

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación
(2) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, Nº 1 y Nº 2
(3) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m^3N
(4) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

Tabla A8.6.- Sector: Vidrio

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO_2/GJ_{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO_2/GJ_{PCI})	PCI (GJ/t)
Coque metalúrgico (2)	105,1	0,98	103	30,3
Fuelóleo (3)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (4) (5)	56,3	0,995	56	47,99
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación
(2) Estos datos se han tomado de valores medios obtenidos del análisis de GFPs del Inventario (siderurgia integral), ante la carencia de información sobre las características específicas del coque consumido en el sector. No obstante, este supuesto deberá ser revisado a la luz de información específica de las plantas del sector.
(3) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, Nº 1 y Nº 2
(4) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m^3N
(5) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

Tabla A8.7.- Sector: Fritas de vidrio

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO_2/GJ_{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO_2/GJ_{PCI})	PCI (GJ/t)
Fuelóleo (2)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (3) (4)	56,3	0,995	56	47,99
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación
(2) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, Nº 1 y Nº 2

(3) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m^3N
(4) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

Tabla A8.8.- Sector: Ladrillos y tejas

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO_2/GJ_{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO_2/GJ_{PCI})	PCI (GJ/t)
Coque de petróleo (2)	99,3	0,99	98,3	32,5
Fuelóleo (3)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (4) (5)	56,3	0,995	56	47,99

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación
(2) Estos datos se han tomado de valores medios obtenidos a partir de información facilitada por OFICEMEN, principal sector consumidor de este combustible
(3) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, Nº 1 y Nº 2
(4) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m^3N
(5) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

Tabla A8.9.- Sector: Azulejos y baldosas

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO_2/GJ_{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO_2/GJ_{PCI})	PCI (GJ/t)
Fuelóleo (2)	76,8	0,99	76	40,18
Gas natural (3) (4)	56,3	0,995	56	47,99
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación
(2) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, Nº 1 y Nº 2
(3) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m^3N
(4) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902

Tabla A8.10.- Sector: Pasta de papel, papel y cartoncillo

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO_2/GJ_{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO_2/GJ_{PCI})	PCI (GJ/t)
Hulla y antracita (2)	-	-	-	-
Lignito negro (2)	-	-	-	-
Coque de petróleo (2)	-	-	-	-
Fuelóleo (3)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (4) (5)	56,3	0,995	56	47,99
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación
(2) Valores específicos correspondientes a los centros de fabricación que utilizan estos combustibles
(3) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, Nº 1 y Nº 2
(4) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,54 GJ / miles m^3N
(5) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,902