
CAPÍTULO 1:

COMBUSTIÓN EN LA PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA

Este capítulo se dedica al análisis de las emisiones procedentes de las actividades de combustión en el sector de producción y transformación de la energía.

La exposición se ha organizado de la siguiente manera. En los tres primeros epígrafes se describen respectivamente en términos generales: la cobertura de actividades (epígrafe 1.1), los procesos generadores de las emisiones (epígrafe 1.2), y las metodologías de estimación de las emisiones (epígrafe 1.3). Los epígrafes siguientes (1.4 a 1.8) se dedican a un examen detallado por subgrupos de la nomenclatura SNAP, presentando para cada subgrupo las variables básicas de actividad, los factores de emisión seleccionados y las emisiones estimadas. El orden de presentación de estas actividades es el mismo que el que figura en la propia nomenclatura SNAP. Finalmente, el capítulo se cierra con un epígrafe en el que se presentan las referencias bibliográficas.

Una observación sobre una de las fuentes de información principales respecto a las variables de actividad de este capítulo parece oportuno indicarla en este momento, para evitar cualquier posible confusión sobre la procedencia de la información primaria. Se trata del cambio de la organización ministerial que ha integrado en el actual Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR), Direcciones o Subdirecciones Generales de los antiguos Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC), Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT) y Ministerio de Economía (MINECO), y que a su vez integraban, como resultado de una reorganización ministerial anterior, Direcciones o Subdirecciones Generales del, en su momento, Ministerio de Industria y Energía (MINER). Para referir estas fuentes se utilizará esencialmente la referencia de la nueva ubicación (MINETUR), pero no se excluye que en algún caso se mantenga la referencia a MITYC, MCYT, MINECO o MINER dado que ciertas publicaciones han sido editadas con el logotipo de estos antiguos Ministerios.

1.1.- COBERTURA DE ACTIVIDADES

De acuerdo con la nomenclatura SNAP-97 el grupo 01 integra los subgrupos siguientes:

- 01.01 Centrales térmicas de uso público.
- 01.02 Plantas generadoras de calor para distritos urbanos.
- 01.03 Plantas de refino de petróleo.

01.04 Plantas de transformación de combustibles sólidos.

01.05 Minería del carbón; extracción de petróleo y gas; compresores y redes de transporte por tubería.

El núcleo común a todos estos subgrupos es que en ellos se trata de las actividades de combustión inespecífica, es decir, aquella en que ni las llamas ni los gases de la combustión entran en contacto con los productos tratados. En cuanto a la producción de energía eléctrica en el subgrupo 01.01 se consideran aquellas plantas cuya actividad principal es el servicio de electricidad para la red pública, mientras que aquellas otras plantas que ubicadas en los sectores comercial / servicios e industrial producen electricidad exclusivamente o en forma combinada con calor/vapor, pero que su objetivo principal no es el suministro a la red pública, se tratarán en los grupos SNAP 02 y 03 respectivamente. En cuanto al subgrupo 01.02, se ha mantenido aquí por respetar la estructura de la nomenclatura SNAP, si bien en el caso español no resulta representativo, y de hecho, en la presente edición del Inventario, no se ha estimado emisiones para el mismo. El subgrupo 01.03 recoge las emisiones derivadas de la combustión en la industria del refino con exclusión de las provenientes de los procesos sin combustión o de las antorchas de tratamiento de gases residuales, actividades ambas que se tratan respectivamente en los subgrupos 04.01 y 09.02. El subgrupo 01.04 integra las emisiones provenientes de los procesos de combustión inespecífica en la industria transformadora de combustibles sólidos a otras formas elaboradas de combustibles, que pueden incluir o no un cambio de estado físico (transformación de sólido a sólido o de sólido a gas). Por último, el subgrupo 01.05 cubre los procesos combustivos en la producción primaria de combustibles, minería del carbón y producción de petróleo y gas natural, así como en el transporte por tubería de dichos productos o los combustibles de ellos derivados.

Dentro de cada uno de los subgrupos anteriormente citados, la distinción por actividades de la nomenclatura SNAP se realiza en función del criterio tecnológico del tipo de instalación de combustión considerada, incluyendo, en su caso, en tal criterio de distinción la potencia de los equipos (calderas) que en ellos figuran. Así, básicamente, se distinguen las siguientes categorías de actividades, resultado de combinar los tipos de instalación (caldera, turbina de gas, motor estacionario, hornos de proceso sin contacto) con los rangos de potencia térmica nominal (PTN) de la instalación (para el caso de las calderas):

- Calderas con $PTN \geq 300$ MWt.
- Calderas con $300 \text{ MWt} > PTN \geq 50$ MWt.
- Calderas con $PTN < 50$ MWt.
- Turbinas de gas.
- Motores estacionarios.

A estas categorías presentes en todos los subgrupos, se añaden como específicas para algunos de los subgrupos las siguientes:

- Hornos de proceso de refinerías.

- Hornos de coque.
- Compresores de la red de transporte por tubería.

De acuerdo con la metodología EMEP/EEA (que actualiza la anterior metodología EMEP/CORINAIR), las instalaciones de combustión con PTN ≥ 300 MWt son tipificadas como Grandes Focos Puntuales (GFP) y como tales deben ser objeto de un análisis individualizado. Complementariamente, la Directiva 2001/80/CE (que modifica a las Directivas 94/66/CE y 88/609/CE)¹ establece un sistema de seguimiento para las denominadas Grandes Instalaciones de Combustión (GIC), una parte importante de las cuales (aquellas no típicamente industriales) se encuadran dentro de este grupo 01.

Las calderas con PTN < 50 MWt, así como las turbinas de gas y los motores estacionarios se recogen en el Inventario, esencialmente bajo la categoría de Fuentes de Área, salvo que formen parte de un centro que ya esté clasificado como GFP, en cuyo caso aparecen incorporadas a dicho centro.

La asignación de una instalación de combustión a una u otra clase de actividad SNAP depende esencialmente del sistema elegido para estimar las emisiones. Se puede a este respecto optar entre:

- a) Considerar cada unidad física de combustión como una unidad elemental del Inventario, o
- b) Considerar la chimenea como la unidad elemental del Inventario.

La elección de uno u otro modo es relevante en la metodología del Inventario. En términos generales, puede decirse que la primera opción es más adecuada cuando se estiman las emisiones analizando el propio proceso de combustión, mientras la segunda opción es más relevante cuando las emisiones se estiman a partir de los valores medidos en las chimeneas.

La elección de uno u otro método tiene consecuencias en la determinación de la dimensión de la PTN del grupo físico de combustión o, alternativamente, del/os grupo/s que están conectados a una chimenea y que computan para determinar la PTN asociada a la misma. Existen, obviamente, muchas formas posibles de combinar los elementos anteriores y, en consecuencia, de distribuir las instalaciones de un mismo parque de potencia instalada. En el caso de la presente edición de los Inventarios se ha considerado como GFP cada centro de producción que cumpla alguna de las condiciones siguientes:

- 1) Que la potencia agregada de sus instalaciones (calderas) de combustión supere los 300 MWt.
- 2) Las refinerías de petróleo, por ser ésta una de las categorías explícitas de la relación de GFP de la metodología EMEP/EEA, con independencia de cuál sea el valor agregado de su PTN, aunque normalmente satisfacen también el criterio 1 anterior.

¹ Traspuesta a la normativa española a través del Real Decreto 430/2004.

- 3) Los hornos de coque en la medida en que están integrados en las plantas de siderurgia integral, que siempre que superen los 3 millones de toneladas de capacidad de producción de acero deben ser consideradas de acuerdo con la metodología EMEP/CORINAIR (actualmente EMEP/EEA) como GFP.

Las actividades de este grupo 01 que no cumplan alguno de los criterios anteriores han sido tratadas en el Inventario como Fuentes de Área.

1.2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PROCESOS DE COMBUSTIÓN GENERADORES DE LAS EMISIONES

1.2.1.- Definiciones básicas

Aplicabilidad efectiva de una medida de reducción: ratio (β) entre las horas de operación a plena carga funcionando con la tecnología de control de emisiones y las horas totales de operación a plena carga de la instalación de combustión.

ar: acrónimo inglés de “*as received*”, que sirve para designar las condiciones del estado en que el carbón entra en la planta.

Caldera: cualquier dispositivo técnico en el que los combustibles utilizados se oxidan para aprovechar el calor producido en el proceso de combustión.

Carbón coquizable: clase de carbón con una calidad que permite la producción de coque para su uso en hornos altos.

Carbón sub-bituminoso: clase de carbón con un poder calorífico superior entre 17.435 y 23.865 kJ/kg con un contenido en volátiles superior a un 31% en términos *daf* (véase definición). En el caso español, en esta categoría se encuadra el lignito negro.

Central térmica (convencional): planta de generación de electricidad que utiliza la energía de combustibles fósiles en un proceso de combustión, principalmente calderas.

Ciclo combinado de turbina de gas y gasificador de carbón: mecanismo que combina una turbina de gas con un gasificador de carbón que alimenta a la primera.

Ciclo combinado de turbinas de gas y vapor: mecanismo que combina para la producción de energía la fuerza mecánica del eje de la turbina de gas con la fuerza generada en la turbina de vapor que utiliza la energía térmica de los gases de combustión resultantes de la primera.

daf: acrónimo inglés de “*dry and ash-free*”, que sirve como referencia para expresar el estado de un carbón cuando se excluyen del mismo los contenidos de humedad y de ceniza (equivalente a *maf*).

Eficacia de la reducción de la emisión: proporción entre la concentración del contaminante en los gases a la salida y a la entrada del dispositivo de reducción de la emisión (calculada en condiciones de operación a plena carga).

Emisión de arranque: son las emisiones asociadas a las operaciones de arranque hasta que la instalación opera en condiciones estables normalizadas. Por lo que se refiere a calderas, y para los contaminantes SO₂ y NO₂, son las emisiones que se generan desde la puesta en marcha de la instalación hasta el momento en que las técnicas secundarias de reducción de emisiones operan al nivel óptimo.

Hard coal: acrónimo inglés que se refiere a la clase de carbones con un poder calorífico superior mayor de 23.865 kJ/kg medido en términos *maf* (véase definición más abajo), y con una reflectancia de al menos 0,6. Esta categoría de carbones incluye las hullas y las antracitas y el carbón coquizable.

Instalación de cogeneración: dispositivo técnico de producción de vapor para su uso combinado en la generación de electricidad y de calor.

Lignito: clase de carbón con un poder calorífico superior menor que 17.435 kJ/kg y con un contenido de volátiles superior al 31% en términos *daf* (véase definición). En el caso español se refiere al lignito pardo.

maf: acrónimo inglés de “*moisture and ash free*”, que sirve como referencia para expresar el estado de un carbón cuando se excluyen del mismo los contenidos de humedad y de ceniza (equivalente a *daf*).

Motores estacionarios: motores de ignición por compresión o por chispa (2 y 4 tiempos).

Modalidad agregada/individual de calderas en una planta: existen diversas modalidades de tratamiento de las calderas de una planta. Entre estas modalidades merecen destacar las siguientes: a) aquella en que se agregan todas las calderas que están conectadas físicamente a una misma chimenea; b) aquella que considera las posibilidades virtuales de agregación de calderas “similares” aunque físicamente no estén conectadas a una misma chimenea física, se introduce aquí el concepto de chimenea virtual para representar la chimenea ideal a la que estarían conectadas todas las calderas consideradas en esta modalidad de agregación; c) la que considera la agregación de todas las calderas siguiendo otros criterios, por ejemplo, administrativos o de unidad de gestión. En la presente edición del Inventario se ha utilizado este último criterio cuando se trata de representar las emisiones de un Gran Foco Puntual (GFP) para los diferentes rangos de potencia diferenciados en las actividades de la nomenclatura SNAP.

Retención de azufre en ceniza: ratio (α_s) entre la diferencia de la concentración de dióxido de azufre calculada a partir del azufre contenido en el combustible (c_{max}) y el dióxido de azufre contenido en los gases de la combustión antes de pasar por el dispositivo de reducción de la emisión (si lo hay) (c_{eff}), y dividida esta diferencia entre la concentración de dióxido de azufre calculada a partir del contenido total de azufre en el combustible (c_{max}), es decir, $\alpha_s = (c_{max} - c_{eff})/c_{max}$.

Hulla y antracita (steam coal): clase de carbón con características especialmente orientadas a la combustión para la generación de vapor o calor para calefacción. Incluye las hullas y antracitas, y excluye el carbón coquizable.

1.2.2.- Técnicas de combustión aplicadas

En este apartado se presentan las técnicas de combustión más frecuentes clasificadas por tipo (básicamente estado físico) del combustible.

(A) Combustible carbón

(A1) Caldera de fondo seco -CFS- (Dry bottom boiler -DBB-)

Las CFS se caracterizan por la descarga de ceniza seca al situarse las temperaturas de combustión entre 900 °C y 1.200 °C. Esta técnica se utiliza principalmente para la combustión de hullas, antracitas y lignitos y se aplica prácticamente en toda Europa.

(A2) Caldera de fondo húmedo -CFH- (Wet bottom boiler -WBB-)

Las temperaturas típicas de combustión superiores a 1.400°C conllevan una descarga fluida de escoria. Este tipo de caldera se emplea para los carbones, especialmente hullas y antracitas, con un contenido bajo en volátiles y se aplica principalmente en Alemania.

(A3) Combustión en lecho fluidificado -CLF- (Fluidised bed combustion -FBC-)

La combustión del carbón pulverizado tiene lugar por inyección desde el fondo de aire de combustión en un lecho turbulento. Se consiguen con esta técnica bajas emisiones mediante inyección del aire en etapas, adición de caliza y bajas temperaturas de combustión que oscilan entre 750 °C y 950 °C. La CLF se adapta particularmente bien a los carbones ricos en ceniza. Pocas plantas de combustión están equipadas con la técnica de CLF y de ellas, dentro del segmento PTN \geq 300 MWt (capacidad térmica), la mayoría corresponden a la versión de Lecho Fluidificado Circulante -CLFC- (*Circulating Fluidised Bed Combustion* -CFBC-).

(A4) Parrilla (Grate firing -GF-)

Los combustibles sólidos se colocan en masa sobre una parrilla fija o de movimiento lento. Las temperaturas de combustión oscilan entre 1.000 °C y 1.300 °C.

(B) Combustible biomasa

La combustión de biomasa (turba, paja, madera) es relevante, en estas instalaciones, sólo en algunos países (por ejemplo, Finlandia, Dinamarca). Las plantas que utilizan este

combustible suelen utilizar las CLF (mayoritariamente CLFC) y CFS como técnicas de combustión.

(C) Combustión de residuos

Para la combustión de residuos, el tipo de instalación más comúnmente utilizado es la parrilla.

Aunque la generación de energía mediante la combustión de residuos puede incluirse en este grupo 1 cuando el fin principal de la planta sea precisamente la generación de energía, en la mayoría de los casos este tipo de unidades se encuadran, en la presente edición del Inventario, en el grupo 9 dedicado al tratamiento de residuos, ya que en la mayoría de los casos éste es el objetivo principal de la planta, y secundariamente el de valorizar el residuo (producción de energía).

(D) Combustibles líquidos y gaseosos

(D1) Combustión en calderas

En la combustión en este tipo de instalaciones, tanto si se utilizan combustibles líquidos derivados del petróleo (principalmente fuelóleo y gasóleo) como gaseosos, los propios combustibles así como los agentes oxidantes se encuentran, en las condiciones normales de la combustión, en estado gaseoso. Las principales diferencias entre la combustión de líquidos y gases respecto al carbón pulverizado residen en los diseños de operación de los quemadores. En cuanto a las emisiones, existe una diferencia principal entre los quemadores que utilizan o no mezcla previa del combustible y el aire de combustión: los quemadores con mezcla previa (*pre-mixing burners*) se caracterizan por una llama corta homogénea y una alta tasa de conversión de nitrógeno contenido en el combustible; mientras que los quemadores sin la mezcla previa se caracterizan por llamas no homogéneas con zonas de reacción subestequiométrica y una tasa inferior de conversión del nitrógeno incorporado en el combustible.

Los principales parámetros determinantes de las emisiones de las instalaciones que utilizan combustibles líquidos y gaseosos se muestran en la tabla 1.2.1.

Tabla 1.2.1

| Contaminante | Dependiente del combustible | Dependiente del proceso |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | Combustibles líquidos | |
| SO ₂ | x | - |
| NO _x | x | x |
| CO | - | x |
| Combustibles gaseosos | | |
| SO ₂ | x | - |
| NO _x | - | x |
| CO | - | x |

x: relevante; -: no relevante

(D2) Turbinas de gas

Las turbinas de gas tienen una capacidad térmica que varía desde varios cientos de kWt hasta 500 MWt. Se utilizan principalmente combustibles gaseosos, tales como el gas natural o el producto de la gasificación de carbón (en instalaciones CCGT o IGCC) u otro tipo de gases de proceso. También pueden utilizarse combustibles líquidos, como destilados ligeros (nafta, queroseno o gasóleo) y en algunos casos fuelóleo. La temperatura en las cámaras de combustión, que alcanza valores superiores a los 1.300 °C, puede producir emisiones considerables de NO_x.

Las turbinas de gas se instalan en diferentes tipos de plantas de combustión, tales como plantas de ciclo combinado de turbinas de gas y vapor (CCGT) o plantas de ciclo combinado de turbina de gas y gasificador de carbón (IGCC). Para las IGCC sólo se consideran aquí como relevantes las emisiones producidas en la turbina de gas (cámara de combustión), mientras que para las CCGT deben considerarse asimismo las emisiones producidas en las calderas de combustibles fósiles asociadas.

(D3) Motores estacionarios

Se trata de motores de ignición por chispa o por compresión (de 2 y 4 tiempos) con una producción de electricidad que varía entre menos de 100 kW a más de 10 MW (por ejemplo en plantas de cogeneración). Ambos tipos pueden constituir fuentes emisoras relevantes.

1.2.3.- Gases de emisión resultantes

Los gases contaminantes más significativos originados en los procesos de combustión son el dióxido de azufre (SO₂), los óxidos de nitrógeno (NO y NO₂ simbolizados conjuntamente como NO_x), el dióxido de carbono (CO₂) y los metales pesados (arsénico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), selenio (Se), zinc (Zn) y, en algún tipo de fuelóleo, vanadio (V)). De importancia cuantitativa bastante reducida son las emisiones de Contaminantes Orgánicos Volátiles (COV), que se desglosan en los no metánicos (COVNM) y en metano (CH₄), de monóxido de carbono (CO), de óxido nitroso (N₂O), y a un nivel casi marginal el amoniaco (NH₃). Adicionalmente, se consideran también las emisiones de determinados contaminantes orgánicos persistentes, y entre ellos, las dioxinas y furanos (DIOX) y los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP).

En las actividades de este grupo, las emisiones se canalizan normalmente a chimeneas, siendo las emisiones fugitivas o escapes (juntas, etc.) prácticamente descartables.

Seguidamente se comentan las especies contaminantes más relevantes de las emisiones de los gases de combustión:

Dióxido de azufre (SO₂)

Las emisiones de dióxido de azufre (SO₂) dependen directamente del contenido de azufre en el combustible, contenido que en términos de peso sobre combustible libre de cenizas varía habitualmente entre el 0,3% y el 1,2% para las hullas y antracitas, pudiendo alcanzar valores extremos del 5% para los lignitos; entre el 0,3% y el 3,0% en los fuelóleos; mientras es insignificante en el caso del gas.

El cálculo de los factores de emisión de SO₂ se basa en el contenido de azufre en el combustible. En el caso de los carbones, el azufre se presenta habitualmente en alguna o varias de las formas siguientes: azufre pirítico (FeS₂), azufre orgánico, sales de azufre o azufre elemental. Las dos primeras formas son las dominantes y ambas contribuyen a la formación de SO₂. El contenido total de azufre en el carbón se determina habitualmente por un análisis químico vía húmeda, pero este procedimiento suele presentar un sesgo al alza en comparación con el más preciso de Rayos-X.

Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Para los óxidos de nitrógeno (NO, que normalmente es referenciado de forma conjunta con el NO₂ como NO_x), hay que distinguir entre dos mecanismos diferentes de formación:

- Formación del “NO del combustible” a partir de la conversión del nitrógeno que forma parte del propio combustible.
- Formación del “NO térmico” a partir de la fijación de nitrógeno de la atmósfera en el proceso de combustión.

La primera vía (NO_x del combustible) contribuye aproximadamente con el 80% del NO_x generado pudiendo superar incluso el 90%. La segunda vía (NO_x térmico) representa aproximadamente el 20% y, en función de la temperatura de combustión, puede bajar su contribución a menos del 10%.

En lo que se refiere a los combustibles sólidos, el contenido de nitrógeno varía, habitualmente, para las hullas y antracitas entre el 0,2% y 3,5%; entre el 0,4% y el 2,5% para el lignito pardo; entre el 0,6% y el 1,55% para el coque; entre el 0,7% y 3,4% para la turba; entre el 0,1% y el 0,3% para la madera; y entre el 0,3% y el 1,4% para los residuos urbanos. En los combustibles líquidos, el contenido de nitrógeno oscila entre el 0,1% y el 0,8% para los fuelóleos pesados, y el 0,005% y 0,07% para los ligeros. Por su parte, el gas natural no contiene nitrógeno en sus enlaces orgánicos y su contenido de nitrógeno molecular no tiene influencia sobre la formación de NO_x del combustible (sólo se forma en este caso NO_x térmico).

Compuestos orgánicos volátiles: COVNM y CH₄

Las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles no metano (COVNM) (p. ej. olefinas, cetonas, aldehídos) se originan por combustión incompleta. El metano puede emitirse sin sufrir alteración desde el propio combustible.

En general en las plantas de combustión de este grupo las emisiones de COVNM y CH₄ son poco significativas. Existe, por lo demás, una asociación inversa entre la dimensión de la instalación y el factor (unitario) de emisión.

Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono (CO) aparece siempre como un producto intermedio del proceso de combustión, especialmente en condiciones subestequiométricas de combustión. Sin embargo, la relevancia del CO liberado de las instalaciones de combustión no es muy elevada. El mecanismo de formación del CO (y el de los COV) es similar al del NO térmico.

Dióxido de carbono (CO₂)

El dióxido de carbono (CO₂) es el principal producto de los procesos de combustión de todos los combustibles fósiles. Existe una relación directa entre la emisión de CO₂ y el producto de la cantidad de combustible por su contenido en carbono, siempre que se admita combustión (cuasi) completa.

Para los combustibles fósiles sólidos el contenido de carbono varía, habitualmente, entre el 61% y 87%, (en términos de masa de combustible libre de ceniza).

Óxido nitroso (N₂O)

El mecanismo de formación del óxido nitroso (N₂O) no se conoce todavía con precisión. Una posible vía de formación, parecida a la del NO_x, se desarrollaría a través de productos intermedios como el HCN o el NH₃. Se ha descubierto que la reducción de la temperatura de combustión, especialmente por debajo de 1.000 °C, repercute en una mayor emisión de N₂O. A temperaturas bajas, la molécula de N₂O es relativamente estable, mientras que a temperaturas altas el N₂O que se forma se reduce a N₂. Comparadas con las emisiones de las instalaciones de combustión convencionales, las instalaciones que incorporan técnicas de lecho fluido presurizado, recirculante o de borboteo dan lugar a emisiones más elevadas. En ensayos de laboratorio, se ha demostrado que el óxido nitroso se forma en los procesos de Reducción Catalítica Selectiva (RCS) presentando un valor máximo en, o cerca de, la "ventana" de la temperatura óptima del proceso.

Amoniaco (NH₃)

La emisión de amoniaco (NH₃) no se origina por reacción química en el proceso de combustión sino más bien por la reacción incompleta del NH₃ utilizado como aditivo en el proceso de desnitrificación de las emisiones.

Metales pesados

La mayoría de los metales pesados considerados (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn) se emiten normalmente como compuestos (óxidos, cloruros) asociados a las partículas. Tan

sólo el Hg y el Se se presentan parcialmente en la fase de vapor. Los elementos menos volátiles tienden a condensarse en las partículas de menor tamaño de los gases. El contenido de metales pesados en los carbones es normalmente superior en varios órdenes de magnitud al de los fuelóleos y gasóleos (excepto ocasionalmente el Ni en el fuelóleo) y al del gas natural. Para el gas natural sólo son significativas las emisiones de mercurio, cuyas concentraciones se encuentran en el rango de 2 - 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante la combustión del carbón, las partículas experimentan cambios complejos que conducen a la vaporización de elementos volátiles. La tasa de volatilización de los compuestos de metales pesados depende de las características de los combustibles (concentraciones en el carbón, fracción de componentes inorgánicos, tales como el calcio) y de las características tecnológicas (tipo de caldera, modo de operación).

Para las calderas de fondo seco (CFS), los metales pesados considerados se emiten en forma de partículas, excepto el Hg y el Se. En este tipo de calderas, las emisiones procedentes de la combustión de lignito son potencialmente inferiores a las de las hullas y antracitas, dado que el contenido de metales y las temperaturas de combustión son menores. En las calderas de fondo húmedo (CFH), suele operarse con recirculación de las cenizas volantes, lo que produce un incremento considerable en las concentraciones de metales pesados en los gases de salida de la combustión. Las emisiones de metales pesados de las calderas de lecho fluidificado (CLF) se consideran que son inferiores debido a que las temperaturas de operación son más bajas y a la menor proporción de partículas finas. La adición de caliza en las instalaciones con CLF puede reducir la emisión de alguno de los metales pesados, debido al incremento que se produce en la retención de los mismos en las cenizas. Este efecto se ve parcialmente contrarrestado por el incremento que se produce en la proporción de partículas finas en los gases de salida, lo que conduce a un incremento de las emisiones por la presencia de partículas finas que tienen una mayor concentración de metales pesados.

Conviene también señalar que las altas concentraciones de arsénico (As) dañan los catalizadores de las tecnologías de desnitrificación. Por ello, las plantas que han incorporado técnicas de Reducción Catalítica Selectiva (RCS) con altos niveles de partículas pueden requerir la aplicación de medidas especiales (reducción de la recirculación de cenizas volantes).

1.2.4.- Técnicas de reducción de las emisiones

Entre las técnicas de reducción de las emisiones se distingue habitualmente entre las de tipo: primario, implementadas mediante procedimientos de optimización o reformulación del propio proceso de combustión, y secundario, implementadas mediante dispositivos que actúan sobre la propia corriente de los gases originados en la combustión. Para el caso del SO_2 son importantes también las técnicas de reducción previa.

Seguidamente se presentan las principales técnicas de reducción diferenciadas por tipo de instalación: calderas, turbinas de gas y motores estacionarios.

1.2.4.1.- Técnicas de reducción en calderas

A continuación se presentan las técnicas más frecuentemente utilizadas para la reducción de las emisiones de SO₂ y NO_x (ambos por separado); SO₂-NO_x (de forma conjunta) y metales pesados.

A.- Dióxido de azufre

En el caso del SO₂ cabe distinguir entre las técnicas de desulfuración previa y las de desulfuración de gases de chimenea.

A1) Reducción previa.

Entre las técnicas más utilizadas cabe señalar las siguientes:

- Cambio de combustible.
- Mezcla de combustibles.

A2) Desulfuración de gases en chimenea.

La reducción del SO₂ contenido en los gases de emisión se lleva a cabo bien por reacción con un aditivo (formando un subproducto estable) que puede recuperarse posteriormente con algún proceso, bien por reacción catalítica. Las técnicas de desulfuración más aplicadas son las siguientes:

- Limpieza vía húmeda con cal/caliza (*Lime/limestone Wet Scrubbing -WS-*).
- Absorción por rociado con hidróxido cálcico (*Spray Dryer Absorption -SDA-*).
- Inyección de absorbente seco (*Dry Sorbent Injection -DSI, LIFAC-*).
- Proceso Wellmann-Lord: con adición de sulfito y bisulfito sódico (*-WL-*).
- Proceso Walther: con adición de agua amoniacal (*-WAP-*).

B.- Óxidos de nitrógeno

En el caso de la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno se pueden distinguir entre los siguientes tipos de medidas:

B1) Medidas primarias de desnitrificación.

Entre estas cabe citar las siguientes:

- Quemadores de baja emisión de NO_x (*Low NO_x Burner -LNB-*)
- Escalonamiento del suministro de aire (*Staged Air Supply -SAS-*)
- Aportación de aire sobre la llama (*Overfair Air -OFA-*)
- Recirculación de gases de la chimenea (*Flue Gas Recirculation -FGR-*)

- División del flujo primario de combustible (*Split Primary Flow -SPF-*)

B2) Medidas secundarias de desnitrificación.

- Reducción selectiva no-catalítica (*Selective Non-Catalytic Reduction -SNCR-*)
- Reducción selectiva catalítica (*Selective Catalytic Reduction -SCR-*)

C.- Óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre: procesos simultáneos

- Proceso de carbón activado (*Activated Carbon Process -AC-*)
- Proceso DESONOX / Proceso SNOX (**-DESONOX-**)

D.- Metales pesados

Las técnicas de reducción de partículas inciden directamente sobre la reducción de las emisiones de metales pesados. En las instalaciones que usan carbón como combustible, las principales técnicas de control de partículas incluyen los ciclones, lavadores húmedos, precipitadores electrostáticos y filtros de mangas, siendo estas dos últimas las más eficientes desde el punto de vista del control de los metales.

En las unidades de desulfuración de gases parte de los compuestos gaseosos de metales pueden condensarse y ser después eliminados en los pre-lavadores. Las emisiones de mercurio están indirectamente influidas por las unidades de desnitrificación. Así una unidad de reducción catalítica selectiva incrementa la eliminación de mercurio en una unidad posterior de desulfuración utilizando un sistema de lavado con cal.

1.2.4.2.- Técnicas de reducción en turbinas de gas

En las turbinas de gas el contaminante quizá más significativo sea el NO_x. Entre las técnicas de reducción primarias pueden distinguirse las de tipo seco (por ejemplo, combustión con exceso de aire en un quemador de baja emisión de NO_x) y las de tipo húmedo (inyección de agua o vapor), tratándose con ambas de regular la temperatura de combustión. En las instalaciones de gran dimensión también se pueden incorporar medidas secundarias como las de reducción catalítica selectiva.

1.2.4.3.- Técnicas de reducción en motores estacionarios

En los motores de ignición por chispa los contaminantes más significativos son NO_x, CO e hidrocarburos inquemados (COV), mientras que en los motores diesel a los anteriores debe añadirse el SO₂. Asimismo las emisiones de partículas contienen cantidades apreciables de metales pesados y de contaminantes orgánicos persistentes.

Las medidas primarias se instalan con el objeto de optimizar las condiciones de combustión. Entre ellas se encuentran el ratio aire-combustible, la reducción de la carga del motor, la inyección de agua, la recirculación de gases de combustión y el diseño de la cámara de combustión.

Entre las medidas secundarias, que se aplican sólo si con las primarias no se puede alcanzar los niveles deseados de reducción, pueden citarse el convertidor catalítico trifásico, para la reducción simultánea de NO_x, CO y COV; la reducción de NO_x por reducción catalítica selectiva con amoníaco; y la reducción de CO y COV con convertidor de oxidación catalítica.

1.3.- METODOLOGÍAS (MÁS FRECUENTES) DE ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES

Con relación a la metodología de estimación de las emisiones para las instalaciones de este grupo, los procedimientos más habituales son:

- La medición de las propias emisiones, normalmente aplicada al SO₂, al NO_x y a las PST (y en el caso de las centrales térmicas también se realizan de CO y, en las que queman carbones, se han realizado eventualmente mediciones de metales pesados).
- El balance de masas (normalmente aplicado al CO₂, y a veces al SO₂).
- Los procedimientos avanzados de factor de emisión (aplicados a veces al SO₂ y al NO_x).
- Los procedimientos de factor de emisión simple (normalmente aplicados a los COVNM, CH₄, CO, N₂O, y, a veces al NO_x, a los metales pesados y a las dioxinas, los hidrocarburos aromáticos policíclicos y los PCB).

A continuación se describe la esencia de estos procedimientos:

1.3.1.- Mediciones directas

Este procedimiento de estimación se basa en las mediciones realizadas a la salida de la chimenea. Cuando se dispone de esta información, los datos medidos suelen presentarse como la distribución anual de las concentraciones medias horarias o semihorarias del contaminante contenido en el flujo de gases emitidos por la chimenea. Si no existe una correlación entre la concentración del contaminante con el nivel de carga ("load factor") de operación de la instalación, la emisión total anual (expresada en toneladas por año) puede calcularse mediante la expresión siguiente:

$$E[t/a] = V[m^3/a] \cdot c[mg/m^3] \cdot 10^{-9} \quad [1.3.1]$$

donde V representa el volumen total anual de gases emitidos por la chimenea, y c el promedio anual de la concentración del contaminante considerado (considerando las técnicas de reducción instaladas), y 10⁻⁹ es un factor de conversión de unidades. El volumen V viene dado por la fórmula

$$V[m^3/a] = V_{GE}[m^3/kg] \cdot CON_{comb}[kg/a] \quad [1.3.2]$$

donde V_{GE} representa el volumen seco, en m³, de los gases emitidos por la chimenea por kg de combustible y CON_{comb} es el consumo anual de combustible (referido al conjunto de

todas las instalaciones de combustión cuyos gases se canalizan a esa chimenea). Si no se dispone de la medida de V_{GE} , se puede estimar el volumen seco de gases emitidos por la chimenea mediante la ecuación:

$$V_{GE}[\text{m}^3/\text{kg}] \approx 1,852 \cdot C_C + 0,682 \cdot C_S + 0,8 \cdot C_{N_2} + V_{N_{aire}} + V_{excO_{aire}} \quad [1.3.3]$$

donde las concentraciones de carbono (C_C), azufre (C_S), y nitrógeno (C_{N_2}) en el combustible se expresan en kg por kg de combustible, y donde $V_{N_{aire}}$ y $V_{excO_{aire}}$ son respectivamente los volúmenes (m^3) de nitrógeno y de oxígeno por kg de combustible en los gases de salida de la combustión.

Si, por el contrario, la concentración horaria o semihoraria varía con la carga de operación, la emisión total debe calcularse como el sumatorio, extendido a todos los intervalos horarios o semihorarios del año, conforme se indica en la siguiente expresión:

$$E[\text{t/a}] = \sum_h V[\text{m}^3/\text{h}] \cdot c_h[\text{mg}/\text{m}^3] \cdot 10^{-9} \quad [1.3.4]$$

1.3.2.- Procedimientos avanzados de factor de emisión

Si la estimación de las emisiones se realiza utilizando factores de emisión el procedimiento debe desarrollarse al nivel de cada instalación de combustión. Si la planta dispone de varias instalaciones, las emisiones totales deberán obtenerse por agregación de las estimadas para cada instalación de combustión.

Este modelo de estimación basado en factores avanzados (aplicado especialmente para el SO_2 y el NO_x) requiere la siguiente información de base:

- El tipo de instalación/caldera
- El tipo de técnica/s primaria/s de reducción de las emisiones
- El tipo de técnica/s secundaria/s de reducción de las emisiones
- Las características del/os combustible/s utilizado/s (contenido de azufre, nitrógeno, carbono, hidrógeno, oxígeno, volátiles, y poder calorífico inferior).

El procedimiento de estimación comprende las siguientes etapas:

- *Etapas 1:* Se calculan las cantidades máximas liberables como SO_2 y NO , bajo el supuesto de conversión estequiométrica a esos dos compuestos respectivamente, de todo el azufre contenido en el combustible. Las emisiones obtenidas para NO se corrigen adicionalmente con el NO potencial de origen térmico.
- *Etapas 2:* Se toman en consideración las medidas primarias de reducción de las emisiones.
- *Etapas 3:* Se toman en consideración las medidas secundarias de reducción de las emisiones.

1.3.2.1.- Cálculo de los factores de emisión de SO₂

La ecuación para el factor de emisión de SO₂, FE_{SO₂} puede expresarse en la forma siguiente:

$$FE_{SO_2}[g/GJ] = 2 \cdot S_{comb} \cdot (1-\alpha_S)(1-\eta_{sec}\beta) \cdot (1/H_U) \cdot 10^6 \quad [1.3.5]$$

con la siguiente significación de los símbolos:

S_{comb}: contenido de azufre en el combustible (expresado en kg de azufre por kg de combustible)

α_S: retención de azufre en la ceniza

η_{sec}: eficacia de la reducción de las medidas secundarias

β: aplicabilidad efectiva de las medidas secundarias

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

A continuación se presenta el esquema del procedimiento de estimación:

- 1) Se calcula, de acuerdo con la ecuación siguiente, la cantidad máxima de dióxido de azufre, SO_{2,max}, obtenible por reacción estequiométrica del azufre contenido en el combustible, S_{comb}, con el oxígeno:

$$SO_{2,max} [kg/kg] = 2 \cdot S_{comb} \quad [1.3.6]$$

- 2) La estimación anterior de SO_{2,max} se minora multiplicándola por el factor (1-α_S), siendo α_S el coeficiente unitario de retención de azufre en las cenizas, dando como resultado la cantidad de dióxido de azufre emitible, SO_{2,cald}, por la instalación de combustión, usando el tipo de combustible considerado, según se expresa en la ecuación siguiente:

$$SO_{2,cald}[kg/kg] = SO_{2,max} \cdot (1-\alpha_S) \quad [1.3.7]$$

- 3) La cantidad SO_{2,cald} es ulteriormente minorada multiplicándola por el factor (1-η_{sec}β), siendo η_{sec} la eficacia de reducción de las medidas secundarias y β el grado de aplicabilidad efectiva de las mismas, dando como resultado la cantidad de dióxido de azufre emitida, SO_{2,sec}, tras la aplicación de las medidas secundarias, según se expresa en la ecuación siguiente:

$$SO_{2,sec}[kg/kg] = SO_{2,cald} \cdot (1-\eta_{sec}\beta) \quad [1.3.8]$$

- 4) A partir de la cantidad SO_{2,sec} anteriormente estimada se calculan los factores de emisión de SO₂ bajo dos versiones:

- en masa por volumen de gas emitido FC_{SO₂}

$$FC_{SO_2}[mg/m^3] = SO_{2,sec} \cdot (1/V_{GE}) \cdot 10^6 \quad [1.3.9]$$

- en masa por energía del combustible FE_{SO_2}

$$FE_{SO_2}[g/GJ] = SO_{2sec} \cdot (1/H_U) \cdot 10^6 \quad [1.3.10]$$

donde en las expresiones anteriores, V_{GE} es el volumen seco de gases emitidos (en m^3/kg) y H_U es el poder calorífico inferior del combustible (en MJ/kg)

Para la aplicación del algoritmo anterior deben usarse en la medida de lo posible valores específicos (de la instalación) para los parámetros referidos en las fórmulas. No obstante en la tabla 1.3.1 siguiente se presentan valores por defecto de dichos parámetros para el caso en que no se disponga de valores de los mismos específicos de la instalación.

Tabla 1.3.1.- Valores por defecto para técnicas secundarias de reducción de emisiones de SO_2

| Tipo de medida secundaria | Eficacia de la reducción η_{sec} | Aplicabilidad efectiva β |
|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| WS | 0,90 | 0,99 |
| SDA | 0,90 | 0,99 |
| DSI | 0,45 | 0,98 |
| LIFAC | 0,70 | 0,98 |
| WL | 0,97 | 0,99 |
| WAP | 0,88 | 0,99 |
| AC | 0,95 | 0,99 |
| DESONOX | 0,95 | 0,99 |

1.3.2.1.1.- Combustión de carbón

Para el caso de combustión de carbones el Libro Guía EMEP/CORINAIR proporciona información (Véanse anexos 7 y 8 del capítulo 1) de valores por defecto de los parámetros S_{comb} y de H_U . En cuanto al parámetro α_s se muestran en la tabla 1.3.2 los valores por defecto para determinadas combinaciones de tipos de caldera (que quema carbón pulverizado) y clases de carbón.

Tabla 1.3.2.- Valores por defecto para la retención de azufre en cenizas (α_s)

| Tipo de caldera | α_s | |
|-----------------|---------------------|--------------------|
| | Hullas y antracitas | Lignito pardo |
| CFS | 0,05 | 0,3 ⁽¹⁾ |
| CFH | 0,01 | - |

(1) Valor medio (rango 0,05 - 0,60).

CFS: Caldera Fondo Seco; CFH: Caldera Fondo Húmedo.

1.3.2.1.2.- Combustión de otros combustibles (líquidos, gaseosos, biomasa y residuos)

Para estos combustibles se deberá utilizar valores específicos del parámetro de contenido de azufre en el combustible (S_{comb}). La retención de azufre en cenizas (α_s) no es en este caso relevante. Los valores por defecto de β y η_{sec} son los mostrados en la tabla 1.3.1.

1.3.2.2.- Cálculo de los factores de emisión de NO_x

Para el cálculo de las emisiones de NO_x se utilizan tanto factores por defecto como algoritmos específicos. En cuanto a los factores por defecto se remite a los apartados “Factores de emisión” de los epígrafes 1.4-1.8, mientras en lo que sigue del presente epígrafe se presentan los diversos algoritmos de cálculo que aparecen referidos esencialmente para los carbones.

1.3.2.2.1.- Combustión de carbón.

El algoritmo general de cálculo puede expresarse de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$FE_{NO_x}[g/GJ] = NO_{2cald} \cdot (1 - \eta_{prim})(1 - \eta_{sec}\beta_{sec}) \cdot (1/H_U) \cdot 10^6 \quad [1.3.11]$$

con la siguiente significación de los símbolos:

NO_{2cald}: emisión de dióxido de nitrógeno de la instalación de combustión (caldera) en kg de contaminante por kg de combustible.

η_{prim} : eficacia de reducción de las medidas primarias

η_{sec} : eficacia de la reducción de las medidas secundarias

β_{sec} : aplicabilidad efectiva de las medidas secundarias.

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

A continuación se presenta el esquema del procedimiento de estimación:

- 1) Se estima en primer lugar la cantidad de dióxido de nitrógeno producida por la instalación de combustión (caldera), NO_{2cald}. Dicha cantidad recoge las contribuciones del dióxido formado por combustión del nitrógeno contenido en el combustible (cálculo estequiométrico corregido por el grado en que la combustión no es completa) y el dióxido de origen térmico.
- 2) La cantidad NO_{2cald} anteriormente estimada se minorra multiplicándola por el coeficiente (1 - η_{prim}), siendo η_{prim} el grado de eficacia de las medidas reductoras primarias, dando como resultado la emisión de la caldera una vez tenidas en cuenta las medidas primarias, NO_{2prim}, según expresa la siguiente ecuación:

$$NO_{2prim}[kg/kg] = NO_{2cald} \cdot (1 - \eta_{prim}) \quad [1.3.12]$$

- 3) La cantidad NO_{2prim} estimada en la etapa anterior se minorra multiplicándola por el coeficiente (1- $\eta_{sec}\beta_{sec}$), donde η_{sec} es el grado de eficacia de las medidas secundarias y β_{sec} el grado efectivo de aplicación de las mismas, dando como resultado la cantidad de dióxido de nitrógeno emitida tras tener en cuenta la reducción de las medidas secundarias, NO_{2sec}, según expresa la siguiente ecuación:

$$\text{NO}_{2\text{sec}}[\text{kg/kg}] = \text{NO}_{2\text{prim}} \cdot (1 - \eta_{\text{sec}}\beta_{\text{sec}}) \quad [1.3.13]$$

4) A partir de la cantidad $\text{NO}_{2\text{sec}}$ estimada se calculan los factores de emisión de NO_2 bajo las dos versiones siguientes:

- en masa por volumen de gas emitido FC_{NO_2} :

$$\text{FC}_{\text{NO}_2}[\text{mg/m}^3] = \text{NO}_{2\text{sec}} \cdot (1/V_{\text{GE}}) \cdot 10^6 \quad [1.3.14]$$

- en masa por energía del combustible FE_{NO_2} :

$$\text{FE}_{\text{NO}_2}[\text{g/GJ}] = \text{NO}_{2\text{sec}} \cdot (1/H_U) \cdot 10^6 \quad [1.3.15]$$

donde en las expresiones anteriores, V_{GE} es el volumen seco de gases emitidos (en m^3/kg) y H_U es el poder calorífico inferior del combustible (en MJ/kg)

Para la aplicación del algoritmo anterior deben usarse en la medida de lo posible valores específicos (de la instalación) para los parámetros referidos en las fórmulas. No obstante en las tablas 1.3.3 y 1.3.4 siguientes se presentan valores por defecto para los parámetros η_{prim} , η_{sec} y β para el caso en que no se disponga de valores de los mismos específicos de la instalación.

Tabla 1.3.3.- Eficacias de reducción (η) de las emisiones de NO_x con medidas primarias

| Tipo de medida primaria | Eficacia de reducción η | | | | | |
|---|------------------------------|-------|-----------|-------|---------------------|-------|
| | DBB | | | | WBB | |
| | Hullas y antracitas | | Lignitos | | Hullas y antracitas | |
| | rango | valor | rango | valor | rango | valor |
| Sin control ¹ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LNB | 0,10-0,30 | 0,20 | 0,10-0,30 | 0,20 | 0,10-0,30 | 0,20 |
| SAS | 0,10-0,40 | 0,30 | 0,10-0,40 | 0,30 | 0,10-0,40 | 0,30 |
| OFA | 0,10-0,40 | 0,30 | 0,10-0,35 | 0,25 | 0,10-0,35 | 0,25 |
| FGR | 0,05-0,15 | 0,10 | 0,05-0,20 | 0,15 | 0,10-0,25 | 0,20 |
| LNB/SAS | 0,20-0,60 | 0,45 | 0,20-0,60 | 0,45 | 0,20-0,60 | 0,45 |
| LNB/OFA | 0,20-0,60 | 0,45 | 0,20-0,55 | 0,40 | 0,20-0,55 | 0,40 |
| LNB/FGR | 0,15-0,40 | 0,30 | 0,15-0,45 | 0,30 | 0,20-0,50 | 0,35 |
| SAS/OFA | 0,20-0,65 | 0,50 | 0,20-0,60 | 0,40 | 0,20-0,60 | 0,40 |
| SAS/FGR | 0,15-0,50 | 0,40 | 0,15-0,50 | 0,40 | 0,20-0,55 | 0,45 |
| OFA/FGR | 0,15-0,50 | 0,40 | 0,15-0,50 | 0,35 | 0,20-0,50 | 0,40 |
| LNB/SAS/OFA | 0,30-0,75 | 0,60 | 0,30-0,75 | 0,60 | 0,30-0,75 | 0,60 |
| LNB/SAS/FGR | 0,25-0,65 | 0,50 | 0,25-0,70 | 0,50 | 0,30-0,70 | 0,55 |
| LNB/OFA/FGR | 0,25-0,65 | 0,50 | 0,25-0,65 | 0,50 | 0,30-0,65 | 0,50 |
| Instalación antigua con operación óptima ² | | 0,15 | | 0,15 | | 0,20 |
| Instalación antigua reconvertida ² | | 0,50 | | 0,50 | | 0,50 |
| Instalación nueva ² | | 0,40 | | 0,35 | | 0,40 |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Capítulo 1, Tabla 10.

1 Valores recomendados, cuando no se dispone de información relativa al tipo de medidas primarias disponibles.

2 Sin medidas primarias. Este caso es relevante principalmente para instalaciones antiguas.

Tabla 1.3.4.- Eficacias de reducción (η) y disponibilidad (β) de las técnicas secundarias de reducción de NO_x

| Tipo de medida secundaria | Eficacia de reducción η_{sec} | Disponibilidad β |
|---------------------------|---|------------------------|
| SNCR | 0,50 | 0,99 |
| SCR | 0,80 | 0,99 |
| AC | 0,70 | 0,99 |
| DESONOX | 0,95 | 0,99 |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Capítulo 1, Tabla 11.

El Libro Guía EMEP/CORINAIR proporciona asimismo información (Véanse anexos 5, 7 y 8 del capítulo 1) de valores por defecto para el cálculo de los parámetros $\text{NO}_{2\text{cald}}$ y H_U .

1.3.2.2.2.- Combustión de otros combustibles (líquidos, gaseosos, biomasa y residuos)

Para los restantes combustibles el algoritmo general de estimación es el ya reseñado en el epígrafe anterior. No obstante debe tenerse en cuenta que para los combustibles gaseosos la formación de NO_2 es sólo de origen térmico, pues el contenido de nitrógeno en estos combustibles no es significativo, y las técnicas de reducción que se emplean para ellos son esencialmente primarias.

1.3.2.3.- Cálculo de los factores de emisión de CO_2

Para la determinación de las emisiones de CO_2 se suele aplicar el siguiente algoritmo de estimación:

$$FE_{\text{CO}_2}[\text{g/GJ}] = 44/12 \cdot C_{\text{comb}} \cdot \varepsilon \cdot (1/H_U) \cdot 10^6 \quad [1.3.16]$$

donde

FE_{CO_2} : factor de emisión especificado

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

ε : fracción de carbono oxidado

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

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

Combustibles sólidos: 0,980

Combustibles líquidos: 0,990

Combustibles gaseosos: 0,995

Debe tenerse en cuenta que en la aplicación de la fórmula anterior se considera que todo el carbono oxidado se emite como CO_2 (CO_2 final). Este supuesto está de acuerdo con el planteamiento de las metodologías IPCC y EMEP/CORINAIR (actualmente EMEP/EEA), y

en consecuencia con ellas debe evitarse la doble contabilización que se produciría si se añadiera a la estimación de CO₂ así obtenida la conversión a CO₂ final de otros gases del Inventario que contienen carbono (COVNM, CH₄, CO).

1.3.2.4.- Cálculo de los factores de emisión de metales pesados

Para el caso de los metales pesados se utilizan tanto factores de emisión por defecto, factores de emisión específicos como algoritmos de cálculo, dependientes estos últimos del tipo de instalaciones, combustibles y técnicas de reducción. Para los factores de emisión se remite más adelante a los apartados “Factores de emisión” de los epígrafes 1.4-1.8, mientras en lo que sigue de este apartado se muestran los esquemas basados en algoritmos de estimación referidos esencialmente a instalaciones que utilizan carbones como combustible.

1.3.2.4.1.- Combustión de carbón

Se distinguen básicamente los algoritmos que se basan en el conocimiento de la composición del carbón, en la composición de las cenizas volantes en los gases sin depurar o en la concentración de las cenizas volantes en los gases depurados.

- **Algoritmo basado en la composición del carbón.**

Este algoritmo permite estimar las emisiones de metales pesados en forma gaseosa y ligados a las partículas sólidas, según la expresión que se muestra en la fórmula:

$$FE_{HM} [g/t] = HM_{\text{carbón}} \cdot f_a \cdot f_e \cdot 10^{-2} \cdot (1 - \eta_p) + HM_{\text{carbón}} \cdot f_g \cdot 10^{-2} \cdot (1 - \eta_g) \quad [1.3.17]$$

donde:

FE_{HM} : factor de emisión del metal considerado (g de metal/t de combustible)

$HM_{\text{carbón}}$: concentración de metal en el carbón (mg de metal/kg de carbón)

f_a : porcentaje de cenizas que salen de la cámara de combustión como partículas

f_e : factor de enriquecimiento de metal en las partículas

f_g : porcentaje de metal emitido en forma gaseosa

η_p : eficacia de las técnicas de reducción de partículas

η_g : eficacia de las técnicas de reducción de emisiones gaseosas de metales

En la expresión [1.3.17] el primer sumando del segundo miembro refleja la contribución de las emisiones de metales incorporados a las partículas, mientras que el segundo sumando refleja la contribución de las emisiones de metales en forma gaseosa.

Para la aplicación del algoritmo se deben utilizar en la medida de lo posible valores específicos de los parámetros relacionados con el combustible utilizado y las técnicas de reducción de las emisiones incorporadas a la instalación. Para el caso en que no se

disponga de información específica se muestra en las tablas siguientes valores por defecto de los parámetros f_a , f_e y f_g .

Tabla 1.3.5.- Valores por defecto de f_a

| Tipo de caldera | f_a (% en peso) |
|--------------------------|-------------------|
| CFS (Carbón pulverizado) | 80 |
| Parrilla | 50 |
| Lecho fluidificado | 15 |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Capítulo 1, Tabla 14.

Tabla 1.3.6.- Valores por defecto para f_e (combustión de carbón)

| Metal pesado | f_e | |
|--------------|-----------|----------------------|
| | Rango | Valor ⁽¹⁾ |
| Arsénico | 4,5 - 7,5 | 5,5 |
| Cadmio | 6 - 9 | 7 |
| Cobre | 1,5 - 3 | 2,3 |
| Cromo | 0,8 - 1,3 | 1 |
| Níquel | 1,5 - 5 | 3,3 |
| Plomo | 4 - 10 | 6 |
| Selenio | 4 - 12 | 7,5 |
| Zinc | 5 - 9 | 7 |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Capítulo 1, Tabla 15.

(1) Valor recomendado, si no se dispone de otra información

Tabla 1.3.7.- Porcentajes de metales emitidos en forma gaseosa (f_g) combustión de carbón

| Metal pesado | f_g (% en peso) |
|--------------|-------------------|
| Arsénico | 0,5 |
| Mercurio | 90 |
| Selenio | 15 |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Capítulo 1, Tabla 16.

- **Algoritmo basado en la composición de las cenizas volantes en los gases sin depurar.**

Si se conoce la concentración de metales en los gases de salida de la instalación de combustión, antes de su paso por los dispositivos de reducción de las emisiones de partículas, y se conoce la eficiencia de estos dispositivos, se pueden estimar según se muestra en la expresión [1.3.18] las emisiones de metales asociados a las partículas (a estas emisiones habría que sumarles el segundo término del miembro derecho de la expresión [1.3.17] para reflejar las emisiones de metales en forma gaseosa).

$$FE_{HM,P} [g/t] = FE_f \cdot C_{HMbruta} \cdot 10^{-3} \cdot (1 - \eta_p) \quad [1.3.18]$$

donde:

$FE_{HM,P}$: factor de emisión del metal considerado en las partículas tras pasar por los dispositivos de reducción de las emisiones de partículas (g de metal/t de combustible)

FE_f : factor de emisión de cenizas volantes en los gases salidos directamente de la instalación de combustión, sin haber pasado por los dispositivos de reducción de las emisiones de partículas (kg de partículas/t de carbón)

$C_{HMbruta}$: concentración del metal considerado en las cenizas volantes de los gases salidos directamente de la instalación de combustión (g de metal/t de partículas)

η_p : eficacia de las técnicas de reducción de partículas

Para la aplicación del algoritmo se deben utilizar en la medida de lo posible valores específicos de los parámetros relacionados con el combustible utilizado y las técnicas de reducción de las emisiones incorporadas a la instalación. Para el caso en que no se disponga de información específica se muestra en la tabla siguiente los valores por defecto del parámetro FE_f .

Tabla 1.3.8.- Factor de emisión de cenizas volantes en los gases salidos directamente de la instalación de combustión

| Tecnología | FE_f (kg de partículas/t de carbón) |
|----------------------------------|--|
| Ciclón | 1,4 · a |
| Cargador mecánico de parrilla | 5,9 · a |
| Combustión de carbón pulverizado | 7,3 · a |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Capítulo 1, Tabla 17.
a: Contenido de cenizas en el carbón.

- **Algoritmo basado en la concentración de las cenizas volantes en los gases depurados.**

Si se conoce la concentración de metales en las cenizas volantes de los gases de salida de la instalación de combustión, tras haber pasado por los dispositivos de reducción de las emisiones de partículas, y se conoce además la concentración de partículas en dichos gases depurados y el caudal de gases efluentes, se pueden estimar, según se muestra en la expresión [1.3.19], las emisiones de metales asociados a las partículas (a estas emisiones habría que sumarles el segundo término del miembro derecho de la expresión [1.3.17] para reflejar las emisiones de metales en forma gaseosa).

$$FE_{HM,P} \text{ [g/t]} = C_{HMdep} \cdot C_{FG} \cdot V_{FG} \cdot 10^{-9} \quad [1.3.19]$$

donde:

$FE_{HM,P}$: factor de emisión del metal considerado en las partículas tras pasar por los dispositivos de reducción de las emisiones de partículas (g de metal/t de combustible)

C_{HMdep} : concentración del metal considerado en las cenizas volantes de los gases depurados (g de metal/t de cenizas)

C_{FG} : concentración de cenizas volantes en los gases depurados (mg de cenizas/m³ de gas depurado)

V_{FG} : volumen de gas efluente (m^3 de gas/t de combustible)

Para la aplicación del algoritmo se deben utilizar en la medida de lo posible valores específicos de los parámetros relacionados con los modos de combustión y las técnicas de reducción de las emisiones incorporadas a la instalación. Para el caso en que no se disponga de información específica se muestran en las tablas siguientes los valores por defecto del parámetro C_{HMdep} y C_{FG} .

Tabla 1.3.9.- Concentración de metales pesados en cenizas volantes de gases depurados

| Metal pesado | C_{HMdep} | | | | | |
|-------------------|---------------|-------|---------------|-------|----------------|-------|
| | CFS/h-a (g/t) | | CFH/h-a (g/t) | | CFS /h-a (g/t) | |
| | Rango | Valor | Rango | Valor | Rango | Valor |
| As | 61 - 528 | 300 | 171 - 1.378 | 690 | 70 - 120 | 100 |
| Cd | 0,5 - 18 | 10 | 18 - 117 | 80 | 7 - 12 | 10 |
| Cr | 73 - 291 | 210 | 84 - 651 | 310 | 10 - 250 | 70 |
| Cu | 25 - 791 | 290 | 223 - 971 | 480 | 13 - 76 | 50 |
| Ni | 58 - 691 | 410 | 438 - 866 | 650 | n.d. | 90 |
| Pb | 31 - 2.063 | 560 | 474 - 5.249 | 2.210 | 10 - 202 | 90 |
| Se ⁽¹⁾ | 18 - 58 | 45 | 7 - 8 | 7 | n.d. | n.d. |
| Zn | 61 - 2.405 | 970 | 855 - 7.071 | 3.350 | 50 - 765 | 240 |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Capítulo 1, Tabla 18.

h-a: Hulla y antracita; (1) No incluye las emisiones gaseosas de Se; n.d. No disponible.

Tabla 1.3.10.- Concentración de cenizas volantes en los gases depurados⁽¹⁾

| Técnica de control | C_{FG} (mg/m^3) | |
|--------------------|-----------------------|----------------------|
| | Rango | Valor ⁽²⁾ |
| WS | 20 - 30 | 25 |
| SDA | 20 - 30 | 25 |
| WL | 5 - 10 | 8 |
| WAP | 5 - 10 | 8 |
| AC | < 40 | 20 |
| DESONOX | < 40 | 20 |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Capítulo 1, Tabla 19.

(1) Concentraciones tras pasar los gases por los dispositivos de desulfuración

(2) Valor recomendado, si no se dispone de otra información

1.3.2.4.2.- Combustión de otros combustibles (líquidos, gaseosos, biomasa y residuos)

Para el resto de combustibles se remite a los apartados “Factores de emisión” de los epígrafes 1.4-1.8 para la información de factores de emisión por defecto. No obstante, por lo que se refiere a metales pesados, la presencia es especialmente significativa en los residuos, mientras que en los combustibles líquidos es relativamente menor (se consideran sólo en los fuelóleos) y en el gas natural sólo se reseñan factores para el mercurio.

1.3.3.- Balance de masas

Este procedimiento de estimación se aplica habitualmente para estimar las emisiones de CO_2 y SO_2 , y en su caso de metales pesados.

Dependiendo del contaminante y del conocimiento del tipo de instalación, clase de combustible y técnicas de reducción de emisiones, el balance se articula en un algoritmo más o menos desarrollado del tipo de los que ya se han expuesto anteriormente en el subepígrafe 1.3.2.

1.3.4.- Factores de emisión simples

Este procedimiento se basa en el conocimiento de situaciones análogas (técnicas de combustión, combustibles utilizados, etc.) a aquella de la que se quiere efectuar la estimación, homologando los factores de emisión correspondientes. Estos factores vienen expresados habitualmente en masa de contaminante por unidad de poder calorífico inferior del combustible utilizado. La información sobre factores por defecto se muestra más adelante en los apartados "*Factores de emisión*" de los epígrafes 1.4-1.8.

En cuanto a contaminantes del primer bloque se incluyen en este método de estimación principalmente los COVNM, CH₄, CO, N₂O y NH₃. Para el caso particular del NH₃ no se dispone para los combustibles fósiles de factores referidos al propio proceso de combustión sino que las emisiones resultan de la utilización de amoníaco cuando se usan técnicas de reducción catalíticas selectivas para controlar las emisiones de NO_x.

Para los contaminantes del bloque de metales pesados, y en especial para el arsénico, cromo, cobre, níquel, selenio y zinc, se han utilizado factores por defecto propuestos en el Libro Guía EMEP/CORINAIR según se muestra en los apartados "*Factores de emisión*" de los epígrafes 1.4-1.8. Para el caso del cadmio, mercurio y plomo, y por lo que se refiere a las centrales térmicas de carbón, se han utilizado factores de emisión que podrían considerarse como específicos a partir de la información facilitada por UNESA del estudio "*Emisiones de Metales Pesados en las Centrales Térmicas de Endesa*".

Por lo que a las partículas se refiere, se han utilizado factores por defecto propuestos por CEPMEIP, siempre y cuando no se haya dispuesto de emisiones medidas o estimadas de PST por los propios centros, en cuyo caso han prevalecido dichas emisiones, realizándose una estimación de las correspondientes emisiones de PM_{2,5} y PM₁₀ en función de dichas emisiones de PST.

En el bloque de los contaminantes orgánicos persistentes se consideran, en las actividades de este grupo 01, únicamente las emisiones de dioxinas y furanos (DIOX), de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y de policlorobifenilos (PCB).

1.4.- CENTRALES TERMOELÉCTRICAS DE SERVICIO PÚBLICO

| CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS | |
|--|-----------------------------|
| NOMENCLATURA | CÓDIGO |
| CORINAIR/SNAP 97 | 01.01 (01.01.01 a 01.01.05) |
| CMCC/CRF | 1.A.1.a |
| CLRTAP-EMEP/NFR | 1.A.1.a |

Se consideran en este subgrupo las plantas de generación de energía eléctrica por vía térmica convencional, ya sean de titularidad pública o privada, siempre que su objeto principal sea la producción de electricidad para la red de servicio público.

1.4.1.- Variables de actividad

El indicador de actividad en este subgrupo es el consumo de los distintos tipos de combustible utilizados por los grupos/unidades instalados en las distintas plantas termoeléctricas. Dada la importancia que en el conjunto del Inventario tiene este subsector, y teniendo en cuenta que gran parte de estas plantas son consideradas en la metodología EMEP/EEA (que actualiza la anterior metodología EMEP/CORINAIR) como Grandes Focos Puntuales (GFP, por ser de potencia superior a 300 MWt) o están sujetas a la Directiva 2001/80/CE (que modifica a las Directivas 94/66/CE y 88/609/CE)² de Grandes Instalaciones de Combustión, por ser de potencia superior a 50 MWt, se recabó la información de las mismas por medio de cuestionario individualizado. Esta fuente de información se complementó con informes sectoriales (CIEMAT, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas) facilitados por los responsables de la Subdirección de Planificación Energética y Seguimiento del MINETUR, y con estadísticas energéticas (Anexo IV/V, véase referencias bibliográficas) facilitadas por la misma Subdirección.

En este subgrupo se incluye también las emisiones de la quema de biogás y combustible auxiliar (gasóleo, gas natural y G.L.P.) en instalaciones ubicadas en vertederos y en plantas de biometanización, y que utilizan como dispositivos de valorización energética calderas (SNAP 01.01.03), turbinas de gas (SNAP 01.01.04) y motores estacionarios (SNAP 01.01.05). La información detallada sobre biogás consumido en estos dispositivos se presenta en los capítulos 9.4 y 9.10.6, donde se trata respectivamente de los vertederos de residuos urbanos y de las plantas de biometanización. En este capítulo se presenta el resumen de la variable (toneladas y miles de gigajulios de combustible) dentro de la actividad SNAP correspondiente.

Con la información de las fuentes mencionadas se ha elaborado la tabla 1.4.1, en la que se muestran los consumos de combustibles agregados para cada una de las actividades del sector, y dentro de cada actividad con desglose por tipo de combustible, tanto en unidades de masa como de energía. Entre estas dos unidades, la información primaria venía expresada en términos de masa (y en algún caso de volumen), y se ha convertido a términos energéticos utilizando el poder calorífico inferior (PCI). Adviértase que la unidad final de la variable de actividad para la estimación de las emisiones viene referida normalmente en unidades de energía (Gigajulios de PCI).

² Traspuesto a la normativa española a través del Real Decreto 430/2004.

Tabla 1.4.1.- Consumo de combustibles**01.01.01: Plantas ≥ 300 MWt (Calderas)**

| COMBUSTIBLE | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Toneladas | | | | | | | | | | | | |
| Hulla | 18.803.225 | 18.741.528 | 19.887.204 | 18.857.863 | 19.086.035 | 20.112.377 | 15.919.710 | 22.666.970 | 22.030.031 | 26.458.650 | 27.373.552 | 24.299.959 |
| Lignito negro | 4.076.747 | 4.885.605 | 5.437.499 | 5.259.735 | 5.930.797 | 6.375.868 | 5.690.314 | 4.074.679 | 2.564.604 | 2.904.854 | 4.085.643 | 2.881.591 |
| Lignito pardo | 16.605.131 | 15.477.379 | 14.735.303 | 13.435.403 | 11.427.840 | 10.534.229 | 9.751.973 | 8.472.357 | 9.760.191 | 8.856.174 | 8.402.174 | 8.771.347 |
| Briquetas de lignito | 303.596 | 8.199 | 14.778 | | | | | | | | | |
| Coque de petróleo | | | | | | | | | | 38.483 | 66.673 | 98.307 |
| Fuelóleo | 646.783 | 1.015.722 | 1.805.593 | 561.170 | 465.877 | 980.043 | 439.925 | 223.742 | 916.593 | 1.842.214 | 1.595.644 | 1.908.811 |
| Gasóleo | 34.353 | 24.708 | 26.711 | 23.596 | 22.985 | 25.859 | 24.836 | 33.074 | 38.321 | 35.159 | 47.122 | 46.132 |
| Gas natural | 150.595 | 138.691 | 174.814 | 31.644 | 48.157 | 58.601 | 123.794 | 1.268.620 | 378.689 | 390.779 | 584.466 | 773.744 |
| Gas de coquería | 22.543 | 22.932 | 22.561 | 21.857 | 23.808 | 13.822 | 9.246 | 47.858 | 57.726 | 58.903 | 68.892 | 71.714 |
| Gas de horno alto | 2.107.704 | 2.060.003 | 1.919.366 | 2.059.125 | 2.088.159 | 2.299.787 | 1.408.024 | 1.989.678 | 3.804.223 | 4.267.039 | 4.346.470 | 4.424.970 |
| Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | | | |
| Hulla | 401.951 | 400.316 | 433.666 | 411.424 | 425.289 | 456.937 | 356.110 | 479.768 | 483.866 | 582.676 | 616.351 | 547.561 |
| Lignito negro | 53.162 | 69.215 | 80.260 | 79.676 | 90.685 | 100.311 | 90.534 | 54.273 | 34.885 | 38.008 | 52.042 | 38.074 |
| Lignito pardo | 114.539 | 106.502 | 102.184 | 96.650 | 80.212 | 75.380 | 71.049 | 63.463 | 73.403 | 68.558 | 65.701 | 68.536 |
| Briquetas de lignito | 5.860 | 136 | 245 | | | | | | | | | |
| Coque de petróleo | | | | | | | | | | 1.243 | 2.110 | 3.168 |
| Fuelóleo | 25.974 | 41.401 | 73.756 | 22.786 | 18.927 | 40.262 | 18.003 | 8.943 | 37.449 | 75.064 | 65.013 | 77.540 |
| Gasóleo | 1.455 | 1.047 | 1.131 | 999 | 969 | 1.084 | 1.037 | 1.382 | 1.603 | 1.481 | 1.977 | 1.952 |
| Gas natural | 7.337 | 6.781 | 8.530 | 1.525 | 2.340 | 2.841 | 5.973 | 60.413 | 17.806 | 18.540 | 27.915 | 37.425 |
| Gas de coquería | 944 | 981 | 965 | 935 | 1.019 | 591 | 396 | 2.047 | 2.470 | 2.520 | 2.947 | 3.068 |
| Gas de horno alto | 4.784 | 4.800 | 4.472 | 4.798 | 4.865 | 5.359 | 3.281 | 4.636 | 8.864 | 9.942 | 10.127 | 10.310 |

Tabla 1.4.1.- Consumo de combustibles (Continuación)**01.01.01: Plantas ≥ 300 MWt (Calderas)**

| COMBUSTIBLE | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| Toneladas | | | | | | | | | | | |
| Hulla | 27.638.385 | 25.953.138 | 27.559.477 | 27.474.924 | 23.903.128 | 26.756.754 | 18.429.239 | 13.801.941 | 9.632.190 | 17.336.832 | 22.100.470 |
| Lignito negro | 3.947.779 | 3.195.490 | 3.602.378 | 3.732.820 | 3.286.976 | 3.244.237 | 2.441.138 | 1.403.618 | 906.105 | 2.843.862 | 2.200.567 |
| Lignito pardo | 8.737.741 | 7.987.169 | 8.176.850 | 7.573.437 | 6.921.813 | 6.314.572 | 217.908 | | | | |
| Briquetas de lignito | | | | | | | | | | | |
| Coque de petróleo | 326.783 | 310.816 | 617.622 | 840.479 | 470.638 | 370.418 | 311.209 | 437.527 | 15.596 | 157.345 | 265.625 |
| Fuelóleo | 2.489.287 | 1.157.016 | 1.134.889 | 1.397.500 | 836.075 | 271.768 | 188.529 | 75.837 | 78.999 | 57.001 | 66.968 |
| Gasóleo | 27.577 | 34.293 | 30.997 | 27.063 | 29.981 | 27.057 | 30.252 | 28.720 | 20.701 | 28.255 | 27.050 |
| Gas natural | 1.087.896 | 542.030 | 443.611 | 740.496 | 344.447 | 106.514 | 117.102 | 103.447 | 30.056 | 10.483 | 14.272 |
| Gas de coquería | 62.427 | 61.709 | 67.875 | 60.845 | 55.407 | 43.391 | 26.924 | 28.044 | 13.712 | 8.421 | 9.851 |
| Gas de horno alto | 4.132.528 | 3.934.068 | 3.982.339 | 4.186.304 | 3.560.032 | 4.243.470 | 4.072.820 | 3.416.398 | 3.394.642 | 3.899.715 | 2.980.226 |
| Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | | |
| Hulla | 624.803 | 588.384 | 617.546 | 620.645 | 539.408 | 601.343 | 420.122 | 312.997 | 221.558 | 376.901 | 491.310 |
| Lignito negro | 50.042 | 40.303 | 45.512 | 46.949 | 42.505 | 41.995 | 31.722 | 18.071 | 11.960 | 38.264 | 29.010 |
| Lignito pardo | 71.531 | 67.273 | 65.080 | 61.976 | 57.032 | 56.385 | 1.748 | | | | |
| Briquetas de lignito | | | | | | | | | | | |
| Coque de petróleo | 10.348 | 9.725 | 19.456 | 25.985 | 14.844 | 8.501 | 6.663 | 10.516 | 363 | 3.286 | 5.564 |
| Fuelóleo | 102.029 | 47.367 | 46.624 | 57.118 | 34.027 | 11.057 | 7.657 | 3.071 | 3.202 | 2.304 | 2.706 |
| Gasóleo | 1.163 | 1.440 | 1.299 | 1.147 | 1.270 | 1.147 | 1.286 | 1.221 | 880 | 1.199 | 1.148 |
| Gas natural | 51.715 | 25.529 | 21.246 | 36.118 | 16.833 | 5.231 | 5.774 | 5.094 | 1.471 | 513 | 693 |
| Gas de coquería | 2.671 | 2.500 | 2.732 | 2.410 | 2.327 | 1.834 | 1.129 | 1.083 | 530 | 325 | 400 |
| Gas de horno alto | 9.629 | 9.274 | 9.438 | 9.922 | 8.508 | 10.099 | 9.653 | 7.824 | 7.672 | 8.696 | 7.123 |

Tabla 1.4.1.- Consumo de combustibles (Continuación)**01.01.02: Plantas ≥ 50 y < 300 MWt (Calderas)**

| COMBUSTIBLE | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| Toneladas | | | | | | | | | | | | |
| Hulla | | | 2.991 | | 93.509 | 179.200 | 229.732 | 226.167 | 216.279 | 339.710 | 416.993 | 374.456 |
| Lignito negro | | 58.570 | 141.096 | 232.932 | 210.235 | 245.351 | 161.656 | 512.187 | 504.457 | 627.725 | 508.234 | 681.563 |
| Coque de petróleo | | | | | | | | | | | 760 | |
| Madera | | | | | | | 400 | | | | | |
| Residuos industriales | | | | | | | | 664 | 255 | | | |
| Residuos de madera | | | | | | | | 1.253 | 1.616 | 921 | 257 | |
| Residuos agrícolas | | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 881.105 | 824.522 | 842.029 | 824.809 | 862.117 | 870.307 | 963.845 | 971.984 | 903.221 | 973.959 | 1.084.543 | 1.172.272 |
| Gasóleo | 876 | 3.210 | 1.977 | 1.746 | 1.665 | 42.023 | 28.948 | 1.674 | 2.227 | 1.497 | 1.462 | 1.188 |
| Otros comb. Líquidos | | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | | | | 124 | 81 | 124 | 99 | 110 |
| Gas residual | | | | | | | | | | | | |
| Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | | | |
| Hulla | | | 62 | | 1.800 | 3.450 | 4.444 | 4.295 | 3.801 | 6.735 | 8.665 | 7.737 |
| Lignito negro | | 821 | 1.905 | 3.303 | 3.172 | 3.808 | 2.546 | 4.409 | 3.827 | 4.636 | 3.571 | 4.627 |
| Coque de petróleo | | | | | | | | | | | 25 | |
| Madera | | | | | | | 3 | | | | | |
| Residuos industriales | | | | | | | | 23 | 7 | | | |
| Residuos de madera | | | | | | | | 16 | 19 | 12 | 3 | |
| Residuos agrícolas | | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 35.403 | 26.661 | 34.249 | 33.591 | 35.202 | 35.354 | 39.080 | 39.279 | 36.692 | 39.570 | 44.548 | 48.182 |
| Gasóleo | 37 | 136 | 84 | 74 | 71 | 1.780 | 1.226 | 70 | 94 | 63 | 62 | 51 |
| Otros comb. líquidos | | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | | | | 6 | 4 | 6 | 5 | 5 |
| Gas residual | | | | | | | | | | | | |

Otros combustibles líquidos: Se trata de un residuo valorizado energéticamente, compuesto básicamente de benceno, tolueno, p-xileno, undecano y otros pesados de C₄⁺.

Gas residual: Se trata de un gas combustible formado en la deshidrogenación del propano en el proceso de fabricación de propileno.

DC = Dato Confidencial

Tabla 1.4.1.- Consumo de combustibles (Continuación)**01.01.02: Plantas ≥ 50 y < 300 MWt (Calderas)**

| COMBUSTIBLE | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Toneladas | | | | | | | | | | | |
| Hulla | 488.223 | 338.652 | 244.070 | 265.724 | 213.927 | 193.472 | 186.668 | 179.643 | 187.796 | 153.465 | 161.231 |
| Lignito negro | 609.960 | 514.240 | 445.167 | 386.810 | 290.899 | 294.439 | 289.227 | 278.969 | 290.986 | 234.912 | 245.601 |
| Coque de petróleo | 6.215 | 5.838 | 5.640 | 3.024 | 1.549 | 517 | | | | | |
| Madera | | | | | | | | | | | |
| Residuos industriales | | | | | | | | | | | |
| Residuos de madera | | | | | | 320 | 393 | 82 | | 140 | 273 |
| Residuos agrícolas | 26.072 | 91.634 | 85.868 | 128.990 | 120.287 | 60.850 | 117.406 | 74.347 | 81.411 | 98.243 | 160.535 |
| Fuelóleo | 1.112.944 | 1.095.474 | 1.187.963 | 1.049.425 | 951.148 | 933.623 | 952.192 | 900.345 | 829.312 | 725.436 | 736.430 |
| Gasóleo | 1.018 | 1.096 | 764 | 644 | 686 | 658 | 530 | 506 | 430 | 414 | 421 |
| Otros comb. líquidos | | | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC |
| Gas natural | 44 | 57 | 46.762 | 27.634 | 33.055 | 40.045 | 49.744 | 58.905 | 29.456 | 38.750 | 77.829 |
| Gas residual | | | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC |
| Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | | |
| Hulla | 10.458 | 6.864 | 4.688 | 5.049 | 3.593 | 2.762 | 2.567 | 2.409 | 2.708 | 2.165 | 2.283 |
| Lignito negro | 4.214 | 3.422 | 2.540 | 2.160 | 1.178 | 1.505 | 1.669 | 1.752 | 1.644 | 1.278 | 1.255 |
| Coque de petróleo | 195 | 183 | 175 | 96 | 48 | 14 | | | | | |
| Madera | | | | | | | | | | | |
| Residuos industriales | | | | | | | | | | | |
| Residuos de madera | | | | | | 2 | 4 | 1 | | 2 | 5 |
| Residuos agrícolas | 306 | 767 | 719 | 1.080 | 1.209 | 612 | 1.180 | 747 | 1.193 | 1.193 | 1.949 |
| Fuelóleo | 45.734 | 45.252 | 49.085 | 43.320 | 39.224 | 38.013 | 39.077 | 36.818 | 33.733 | 29.453 | 29.938 |
| Gasóleo | 44 | 47 | 32 | 27 | 29 | 28 | 23 | 22 | 18 | 18 | 18 |
| Otros comb. líquidos | | | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC |
| Gas natural | 2 | 3 | 2.314 | 1.368 | 1.608 | 1.972 | 2.471 | 2.932 | 1.452 | 1.885 | 3.824 |
| Gas residual | | | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC |

Otros combustibles líquidos: Se trata de un residuo valorizado energéticamente, compuesto básicamente de benceno, tolueno, p-xileno, undecano y otros pesados de C₄⁺.

Gas residual: Se trata de un gas combustible formado en la deshidrogenación del propano en el proceso de fabricación de propileno.

DC = Dato Confidencial

Tabla 1.4.1.- Consumo de combustibles (Continuación)**01.01.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)**

| COMBUSTIBLE | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|--------------------|----------------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | Toneladas | | | | | | | | | | | |
| Residuos de madera | | | | | | | | | | | | 5.543 |
| Residuos agrícolas | | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 8.723 | 5.849 | 3.153 | 3.231 | 805 | 1.324 | 2.202 | 6.810 | 2.527 | 2.237 | 1.970 | 1.360 |
| Gasóleo | 10 | | | | 101 | 341 | 445 | 392 | 246 | 318 | 302 | 230 |
| Otros líquidos | | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | 14.272 | 16.588 | 15.166 |
| Biogás | | | | | | | | | | | | 723 |
| | Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | | |
| Residuos de madera | | | | | | | | | | | | 82 |
| Residuos agrícolas | | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 350 | 235 | 127 | 130 | 32 | 53 | 88 | 274 | 102 | 90 | 79 | 55 |
| Gasóleo | 0,4 | | | | 4 | 14 | 19 | 17 | 10 | 13 | 13 | 10 |
| Otros líquidos | | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | 671 | 798 | 731 |
| Biogás | | | | | | | | | | | | 18 |

| COMBUSTIBLE | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--------------------|----------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| | Toneladas | | | | | | | | | | |
| Residuos de madera | 10.229 | 9.887 | 27.396 | 23.804 | 17.963 | 17.796 | 23.888 | 20.285 | 59.767 | 52.720 | 52.720 |
| Residuos agrícolas | | | | | | | | | 108.291 | 355.285 | 355.285 |
| Fuelóleo | 2.083 | 2.600 | 5.965 | 5.051 | 6.196 | 2.709 | 1.017 | 466 | 62 | 20 | 20 |
| Gasóleo | 185 | 183 | 888 | 785 | 407 | 162 | 120 | 52 | 25 | | |
| Otros líquidos | | 5.118 | | | | | | | | | |
| Gas natural | 14.934 | 9.828 | 17.149 | 14.859 | 16.130 | 20.425 | 17.249 | 27.441 | 20.297 | 21.993 | 23.545 |
| Biogás | 480 | 252 | 188 | 73 | 127 | 130 | 121 | 123 | 247 | 416 | 416 |
| | Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | |
| Residuos de madera | 151 | 146 | 405 | 352 | 266 | 263 | 354 | 300 | 885 | 780 | 780 |
| Residuos agrícolas | | | | | | | | | 1.584 | 3.712 | 3.712 |
| Fuelóleo | 84 | 104 | 240 | 203 | 249 | 109 | 41 | 19 | 2 | 1 | 1 |
| Gasóleo | 8 | 8 | 38 | 33 | 17 | 7 | 5 | 2 | 1 | | |
| Otros líquidos | | 206 | | | | | | | | | |
| Gas natural | 727 | 474 | 835 | 734 | 790 | 1.000 | 836 | 1.349 | 998 | 1.083 | 1.152 |
| Biogás | 12 | 6 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 8 | 8 |

Tabla 1.4.1.- Consumo de combustibles (Continuación)**01.01.04: Turbinas de gas**

| COMBUSTIBLE | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Toneladas | | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 2.873 | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | 16.092 | 10.055 | 12.655 | 16.912 | 44.765 | 120.038 | 72.743 | 53.275 | 58.943 | 110.453 | 193.519 | 254.368 |
| Diesel oil | 82.409 | 72.563 | 50.237 | 78.711 | 50.180 | 3.609 | | | | | | |
| Gas natural | | | | | | | 26.782 | 146.080 | 123.178 | 149.435 | 113.038 | 52.592 |
| Gas residual | | | | | | | | | | | | |
| Biogás | | | | | | | | | | | | |
| Otros comb. gaseosos | | | | | | | | DC | DC | DC | DC | DC |
| Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 112 | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | 653 | 415 | 526 | 702 | 1.905 | 5.072 | 3.051 | 2.215 | 2.474 | 4.649 | 8.201 | 10.780 |
| Diesel oil | 3.585 | 3.156 | 2.185 | 3.424 | 2.183 | 157 | | | | | | |
| Gas natural | | | | | | | 1.301 | 6.955 | 5.865 | 7.115 | 5.382 | 2.504 |
| Gas residual | | | | | | | | | | | | |
| Biogás | | | | | | | | | | | | |
| Otros comb. gaseosos | | | | | | | | DC | DC | DC | DC | DC |

| COMBUSTIBLE | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|----------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Toneladas | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | 291.095 | 565.432 | 735.176 | 954.424 | 1.030.658 | 1.110.101 | 1.057.987 | 1.014.361 | 987.466 | 815.131 | 774.601 |
| Diesel oil | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | 700.284 | 2.042.723 | 3.711.346 | 6.448.474 | 8.082.667 | 9.069.525 | 11.952.218 | 10.600.893 | 8.684.149 | 7.339.634 | 5.616.881 |
| Gas residual | | | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC |
| Biogás | | | | 6.590 | 8.119 | 7.020 | 7.965 | | | | |
| Otros comb. gaseosos | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC |
| Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | 12.336 | 24.126 | 31.417 | 40.858 | 44.080 | 47.394 | 45.011 | 43.221 | 42.100 | 34.718 | 32.932 |
| Diesel oil | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | 33.515 | 99.421 | 179.921 | 312.682 | 394.560 | 442.206 | 584.523 | 518.084 | 423.799 | 355.740 | 271.994 |
| Gas residual | | | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC |
| Biogás | | | | 111 | 137 | 118 | 134 | | | | |
| Otros comb. gaseosos | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC | DC |

Gas residual: Se trata de un gas combustible formado en la deshidrogenación del propano en el proceso de fabricación de propileno.

Otros combustibles gaseosos: Se trata de gas sintético obtenido como resultado del proceso de gasificación de carbón.

DC = Dato Confidencial

Tabla 1.4.1.- Consumo de combustibles (Continuación)**01.01.05: Motores estacionarios**

| COMBUSTIBLE | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Toneladas | | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 275.277 | 357.050 | 401.489 | 419.071 | 436.109 | 457.033 | 441.644 | 443.755 | 449.981 | 531.337 | 503.306 | 504.218 |
| Gasóleo | 12.896 | 5.235 | 8.284 | 14.815 | 13.310 | 13.872 | 14.999 | 17.660 | 15.701 | 18.325 | 12.435 | 10.974 |
| Diesel oil | 15.486 | 15.571 | 11.228 | 7.180 | 12.532 | 12.565 | 12.421 | 13.441 | 14.376 | 15.640 | 15.859 | 17.662 |
| Gas natural | | | | | | | | | | | | |
| G.L.P. | | | | | | | | | | | | |
| Biogás | 230 | 317 | 1.040 | 2.548 | 3.394 | 15.130 | 22.170 | 24.879 | 37.275 | 46.559 | 75.466 | 81.840 |
| Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 10.986 | 14.243 | 16.011 | 16.711 | 17.576 | 18.459 | 17.917 | 18.048 | 18.338 | 21.721 | 20.678 | 20.695 |
| Gasóleo | 546 | 220 | 349 | 627 | 563 | 587 | 635 | 748 | 664 | 776 | 527 | 465 |
| Diesel oil | 671 | 674 | 486 | 310 | 544 | 545 | 539 | 583 | 624 | 679 | 689 | 767 |
| Gas natural | | | | | | | | | | | | |
| G.L.P. | | | | | | | | | | | | |
| Biogás | 4 | 5 | 18 | 47 | 62 | 260 | 378 | 424 | 636 | 753 | 1.192 | 1.283 |

| COMBUSTIBLE | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Toneladas | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 504.529 | 598.976 | 612.608 | 640.353 | 676.648 | 681.707 | 693.963 | 718.027 | 746.358 | 717.100 | 702.665 |
| Gasóleo | 17.280 | 22.511 | 10.797 | 9.163 | 19.464 | 12.238 | 19.000 | 17.604 | 16.674 | 17.252 | 19.638 |
| Diesel oil | 18.075 | 20.240 | 22.397 | 22.818 | 22.271 | 25.212 | 16.619 | 16.184 | 16.891 | 17.339 | 17.150 |
| Gas natural | | | 3.471 | 7.331 | 9.257 | 6.587 | 4.167 | | 247 | 109 | 9.745 |
| G.L.P. | | | | | | 2.107 | 4.362 | | | | |
| Biogás | 101.029 | 186.180 | 306.434 | 306.684 | 346.815 | 377.967 | 361.739 | 254.290 | 363.804 | 349.773 | 351.269 |
| Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 20.696 | 24.446 | 24.991 | 26.085 | 27.588 | 27.665 | 28.256 | 29.233 | 30.307 | 29.091 | 28.475 |
| Gasóleo | 732 | 964 | 462 | 392 | 833 | 523 | 808 | 749 | 709 | 731 | 834 |
| Diesel oil | 785 | 864 | 955 | 968 | 945 | 1.030 | 705 | 685 | 715 | 730 | 725 |
| Gas natural | | | 168 | 359 | 450 | 319 | 200 | | 12 | 5 | 468 |
| G.L.P. | | | | | | 95 | 196 | | | | |
| Biogás | 1.597 | 2.823 | 4.677 | 4.576 | 5.179 | 5.548 | 5.450 | 4.119 | 5.931 | 5.794 | 5.818 |

1.4.2.- Factores de emisión

Calderas (actividades 01.01.01/02/03)

Para el bloque de acidificadores, precursores del ozono y gases de efecto invernadero se ha hecho un tratamiento diferenciado para el SO_x y el NO_x , ya que para estos dos compuestos, y por lo que se refiere a las calderas de potencia superior a 50 MWt, se ha contado generalmente con información sobre concentraciones de los mismos en los gases de salida y sobre las emisiones estimadas facilitadas por las propias plantas. Es por ello que sólo en algún caso excepcional se ha recurrido a los métodos de estimación referidos en el epígrafe 1.3 para suplir las carencias (contrastar datos anómalos) de información de alguna planta. Por las razones anteriores, no se muestran factores de emisión (por defecto) para estos dos contaminantes en las actividades 01.01.01 y 01.01.02 (sí se muestran sin embargo para el rango bajo de potencia, actividad 01.01.03, porque en este caso la carencia de información directa de las plantas era más significativa). Para estos dos contaminantes se dispuso en los años 1997-2001 de una fuente de gran importancia por el contraste y fiabilidad de su información. Se trata en este caso de las estimaciones recibidas de las emisiones de los dos compuestos citados y que han sido facilitadas por el Grupo de "Contaminación Atmosférica: Caracterización y Estudio de Procesos Físico-Químicos" del Departamento de Impacto Ambiental de la Energía del CIEMAT. Esta información se recibió en el marco de la colaboración establecida entre la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. En el marco de esa colaboración intervino además del CIEMAT el Área de Recursos y Medio Ambiente de UNESA. Como resultado de esta colaboración la información de emisiones recibidas de las diversas fuentes fue contrastada con los algoritmos de determinación de las emisiones más arriba citados, y en su caso, con ligeras modificaciones, las cifras de emisiones estimadas fueron validadas para su incorporación en los Inventarios.

Para el caso del CO_2 la fuente de estimación de las emisiones ha sido variable en el curso de los años. Para el periodo 1990-1993, fue facilitada por la entidad OFICO (Oficina de Compensaciones de la Energía Eléctrica) que era la entidad competente dependiente del Ministerio de Industria y Energía para las estadísticas de base de las centrales eléctricas. Para el periodo 1994-1996, la información de base procede de los cuestionarios del Inventario Nacional de Emisiones complementada con la información facilitada por OFICO. Para el periodo 1997-2000, la información procede asimismo de los cuestionarios, complementada en este caso, ya desaparecida OFICO, con la información facilitada por CIEMAT, habiéndose realizado un contraste y verificación de las cifras de emisiones con la estimación resultante por la aplicación del algoritmo de IPCC basado en el contenido de carbono y la fracción de carbono oxidada a CO_2 (véase fórmula [1.3.16]). Y para los años 2001-2012, se ha utilizado esta misma fórmula sobre la información de base de consumos y características de los combustibles facilitada en los cuestionarios remitidos por las propias centrales térmicas. No obstante lo anterior, se muestran en la tabla 1.4.2 los factores de emisión por defecto dado el interés de los mismos para suplir las lagunas que en algún caso se han presentado al no disponer de la información de base (características de los combustibles) en los cuestionarios remitidos por las plantas.

Para los restantes contaminantes del bloque de acidificadores, precursores del ozono y gases de efecto invernadero, se han tomado los factores propuestos en el Libro Guía EMEP/CORINAIR y que se muestran en la tabla 1.4.2, complementándose para el caso del N₂O con otras fuentes adicionales que se citan a pie de la tabla correspondiente.

Los factores de emisión por defecto para metales pesados, que se muestran en la tabla 1.4.2 se han tomado como valores centrales dentro de un amplio rango de variación que es el que aparece directamente en las tablas de referencia del Libro Guía EMEP/CORINAIR. La variabilidad dentro del rango se corresponde con las diferentes peculiaridades de los combustibles y las técnicas utilizadas en las unidades de combustión. Para la selección de los factores que se presentan en la tabla se ha asumido que, en el caso de las centrales de carbón, la técnica de combustión básica utilizada ha sido la DBB, y en cuanto a los tratamientos ulteriores de depuración de gases (desulfuración) la información se ha tomado de los datos facilitados por las propias plantas; mientras que en el caso de las centrales de fuel y gas tan sólo se muestran en el Libro Guía EMEP/CORINAIR una sola opción (DBB, con control de partículas). Adicionalmente hay que señalar que en los casos particulares del cadmio, mercurio y plomo, se ha contado con la información que sobre emisiones estimadas se documentaba en el estudio "*Emisiones de metales pesados ...*" facilitado por UNESA, la cual se ha utilizado para obtener factores de emisión más específicos según el tipo y características de los combustibles utilizados en cada central.

Para las partículas se ha hecho un tratamiento diferenciado según se dispusiera o no de información por central, grupo y año, sobre emisiones medidas (de PST). En el caso de disponer de esta información, el valor absoluto de la emisión medida ha servido para calcular un nivel de emisión específico (de los cuatro propuestos por CEPMEIP) y, a partir de la determinación de ese nivel, se han obtenido las proporciones de emisión de las otras dos clases diamétricas de partículas (PM_{2,5} y PM₁₀), tomando para ellas con respecto a la estimación de PST facilitada por la central la misma proporción que para el nivel seleccionado propone CEPMEIP. Tan sólo en aquellos casos en los que no se ha dispuesto de emisión medida de PST se ha aplicado factores de emisión por defecto de CEPMEIP, asumiendo en cada caso un nivel de emisión de acuerdo con las técnicas de control existentes en la central. En la tabla 1.4.2 se presentan los factores de emisión por defecto propuestos por CEPMEIP, diferenciados según nivel de emisión, en relación inversa a la eficiencia de las técnicas de control aplicadas, y granulometría de las partículas.

En cuanto a los contaminantes orgánicos persistentes, sólo se han considerado significativas las emisiones de dioxinas y furanos (DIOX), de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y de policlorobifenilos (PCB). La información para las DIOX, expresada en términos de unidades internacionales de toxicidad equivalente (I-Teq), procede de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995), véase bibliografía, habiéndose seleccionado de la columna correspondiente a máxima reducción de emisiones por aplicación de técnicas de control. Para los HAP, la información procede del Libro Guía EMEP/CORINAIR y se refiere exclusivamente a los combustibles carbón y madera; y en cuanto a los compuestos considerados integra los cuatro del Protocolo de contaminantes orgánicos persistentes del Convenio de Ginebra (Benzo(a)pireno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno e Indeno(1,23-cd)pireno). En cuanto a los PCB la información se ha tomado de los capítulos 1.A.1 (para las calderas ≥ 50 MWt) y 1.A.4 (para las calderas < 50 MWt) del Libro Guía EMEP/EEA 2013.

Turbinas de gas y motores estacionarios (actividades 01.01.04/05)

Se ha hecho un tratamiento diferenciado para el SO_x por contar, en la mayoría de los casos, con información directa de las propias instalaciones a lo largo del periodo inventariado. Para el NO_x no se presenta sin embargo la misma homogeneidad en cuanto a la disponibilidad de emisiones medidas a lo largo del periodo analizado, en particular en instalaciones cuyo funcionamiento es discontinuo (número reducido de horas de operación al año), si bien en los últimos años (principalmente a partir del año 2003) la disponibilidad de emisiones medidas es prácticamente completa. Es por ello por lo que se ha tenido que recurrir, en aquellos casos en que no se disponía de información individualizada sobre emisiones medidas de NO_x, a la aplicación de factores por defecto. En el caso del CO₂ se ha utilizado, cuando se ha dispuesto de información sobre las características de los combustibles utilizados, los datos facilitados por las propias plantas, en caso contrario se han utilizado factores por defecto. Por último, se ha dispuesto a partir de 2006 de emisiones medidas de NH₃ en un ciclo combinado de gasificación integrada (IGCC) cuando dicha instalación utiliza como combustible gas de síntesis (otros combustibles gaseosos) para la generación de electricidad³. Como consecuencia en la tabla 1.4.2 se muestra la información para todos los contaminantes con la excepción del SO_x, para el que en todo caso se puede obtener un factor de emisión por defecto utilizando las metodologías reseñadas en el epígrafe 1.3.

Para los metales pesados, partículas y los contaminantes orgánicos persistentes valen los mismos comentarios efectuados más arriba para las calderas.

En cuanto a la quema de biogás en instalaciones de valorización energética ubicadas en vertederos y en plantas de biometanización se presentan aquí los rangos de variación que a lo largo de los años del periodo inventariado han mostrado los factores implícitos de emisión. Estos factores muestran rangos de variación debido a la diversidad de las características del biogás quemado. La información detallada sobre los factores de emisión primarios del biogás de vertederos y en las plantas de biometanización se presenta en los capítulos 9.4 y 9.10.6.

³ En el caso del NH₃, la estimación se ha realizado, y sólo para los años 2006-2012, sobre la cifra que correspondería al umbral de detección de la concentración media anual, por lo que la cifra resultante de emisión estimada debe considerarse como una cota superior del valor central de la estimación anual de emisión. A causa de esta situación se ha optado por no realizar una extrapolación retrospectiva para los años anteriores, y por tanto figura sólo la estimación de NH₃ a partir del año 2006.

Tabla 1.4.2.- Factores de emisión

01.01.01: Plantas \geq 300 MWt (Calderas)

| COMBUS TIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Hulla | | | 3 | 0,6 | 14 | 93,7 | 0,8 | | | | |
| Lignito negro | | | 3 | 0,6 | 14 | 94,7 | 0,8 | | | | |
| Lignito pardo | | | 30 | 0,6 | 14 | 100,2 | 0,8 | | | | |
| Briquetas de lignito | | | 30 | 0,6 | 14 | 98 | 0,8 | | | | |
| Coque de petróleo | | | 2,7 | 0,3 | 15 | 87,6-99,2 | 2,5 | | | | |
| Fuelóleo | | | 10 | 0,7 | 15 | 76 | 1,5 | | | | |
| Gasóleo | | | 5 | 0,03 | 15 | 73 | 0,7 | | | | |
| Gas natural | | | 5 | 0,1 | 19 | 55-56 | 0,9 | | | | |
| Gas de coquería | | | 2,5 | 2,5 | 20 | 37,5-46,2 | 1,75 | | | | |
| Gas de horno alto | | | 1 | 0,3 | 20 | 266,8-279,9 | 1,75 | | | | |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tablas 24 – 30.

API Compendium para el N₂O del fuelóleo ("Uncontrolled residual oil – fired boilers and heaters"), del gasóleo ("Uncontrolled distillate-fired boilers and heaters") y del gas natural ("Uncontrolled boilers and heaters")

CITEPA, para el N₂O del coque de petróleo, gas de coquería y gas de horno alto.

Gas natural: Años 1990 y 1991: 55 kg CO₂/GJ; 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

Coque de petróleo y gases siderúrgicos: Los rangos de variación en los factores de emisión de CO₂ se corresponden con las características específicas de estos combustibles a lo largo del periodo inventariado.

| COMBUS TIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | As (mg/t) | Cd (mg/t) | Cr (mg/t) | Cu (mg/t) | Hg (mg/t) | Ni (mg/t) | Pb (mg/t) | Se (mg/t) | Zn (mg/t) | |
| Hulla | 100 | 6 | 100 | 200 | 100 | 200 | 500 | 20 | 600 | |
| Lignito negro | 100 | 6 | 100 | 200 | 100 | 200 | 500 | 20 | 600 | |
| Lignito pardo | 30 | 3 | 30 | 10 | 100 | 30 | 30 | | 100 | |
| Briquetas de lignito | 30 | 3 | 30 | 10 | 100 | 30 | 30 | | 100 | |
| Coque de petróleo | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 500 | 1.000 | 2.500 | 1.000 | 1.000 | 35.000 | 1.300 | 1.000 | 1.000 | |
| Gasóleo | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | 0,1 (1) | | | | | |
| Gas de coquería | | | | | | | | | | |
| Gas de horno alto | | | | | | | | | | |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tabla 31.

(1) En mg/GJ

| COMBUS TIBLE | PARTÍCULAS | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | NIVEL BAJO | | | NIVEL MEDIO | | | NIVEL MEDIO-ALTO | | | NIVEL ALTO | | |
| | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Hulla | 5 | 6 | 6 | 12 | 25 | 35 | 17 | 70 | 140 | 40 | 180 | 510 |
| Lignito negro | 5 (1) | 6 (1) | 6 (1) | 12 | 25 | 35 | 17 | 70 | 140 | 40 | 180 | 510 |
| Lignito pardo | 6 | 8 | 9 | 14 | 30 | 40 | 20 | 80 | 160 | 50 | 210 | 60 |
| Briquetas de lignito | 6 | 8 | 9 | 14 | 30 | 40 | 20 | 80 | 160 | 50 | 210 | 60 |
| Coque de petróleo | 5 | 6 | 6 | 12 (2) | 25 (2) | 35 (2) | 17 (2) | 70 (2) | 140 (2) | 40 (2) | 180 (2) | 510 (2) |
| Fuelóleo | 2,5 | 3 | 3 | 9 | 15 | 20 | 10 | 20 | 40 | 12 | 40 | 200 |
| Gasóleo | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Gas natural | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Gas de coquería | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Gas de horno alto | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Fuente: CEPMEIP.

(1) Asimilados a los valores de la hulla

(2) Asimilados a los valores de la hulla (en otros sectores de combustión los factores para estos combustibles son iguales a los del carbón)

Tabla 1.4.2.- Factores de emisión (Continuación)**01.01.01: Plantas \geq 300 MWt (Calderas)**

| COMBUSTIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCB (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/t) | PCB (mg/GJ) |
| Hulla | | | | | | | | | 100 | 0,2604 | 3,30E-06 |
| Lignito negro | | | | | | | | | 100 | 0,2604 | 3,30E-06 |
| Lignito pardo | | | | | | | | | 100 | 0,2604 | 3,30E-06 |
| Briquetas de lignito | | | | | | | | | 100 | 0,2604 | 3,30E-06 |
| Coque de petróleo | | | | | | | | | 100 | | |
| Fuelóleo | | | | | | | | | 100 | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | 20 | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | | |
| Gas de coquería | | | | | | | | | | | |
| Gas de horno alto | | | | | | | | | | | |

Fuente: Dioxinas: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1;

HAP: Libro Guía EMEP/CORINAIR (1999). Parte B. Capítulo PAH.

PCB: Libro Guía EMEP/EEA 2013. Capítulo 1.A.1. Tablas 3-9 a 3-16.

Dioxinas y HAP: Factores expresados en masa de contaminante por tonelada de combustible.

01.01.02: Plantas \geq 50 y < 300 MWt (Calderas)

| COMBUS TIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Hulla | | | 3 | 0,6 | 14 | 93,7 | 0,8 96 | | | | |
| Lignito negro | | | 3 | 0,6 | 14 | 94,7 | 0,8 96 | | | | |
| Coque de petróleo | | | 2,7 | 0,3 | 15 | 98,3 | 2,5 | | | | |
| Madera | | | 80 | 18 | 1.473 | 0 | 4 | | | | |
| Residuos ind. | | | 10 | 2,9 | 10 | 64,4-75,3 | 1,4 | | | | |
| Res. de madera | | | 48 | 32 | 627 | 0 | 4 | | | | |
| Res. agrícolas | | 75 | 480 | 320 | 5.790 | 0 | 4 | | | | |
| Fuelóleo | | | 10 | 0,7 | 15 | 76 | 1,5 | | | | |
| Gasóleo | | | 5 | 0,03 | 15 | 73 | 0,7 | | | | |
| Otros comb. líquidos | | | n.d. | 0,7 | n.d. | 51,5-93,3 | 1,5 | | | | |
| Gas natural | | | 5 | 0,1 | 19 | 56 | 0,9 | | | | |
| Gas residual | | | n.d. | 2,5 | n.d. | 36,4-51,4 | 1,75 | | | | |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tablas 24 – 30.

Manual de referencia IPCC, para el N₂O de la hulla y lignito negro en el caso de combustión en lecho fluido.

API Compendium para el N₂O del fuelóleo ("Uncontrolled residual oil – fired boilers and heaters"), del gasóleo ("Uncontrolled distillate-fired boilers and heaters") y del gas natural ("Uncontrolled boilers and heaters")

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

CITEPA, para el N₂O del coque de petróleo.

Para los residuos agrícolas, se han asimilado los factores de emisión a los del grupo SNAP 2.

Para otros combustibles líquidos y el gas residual, se ha dispuesto de emisiones medidas facilitadas por la planta que usa estos combustibles. Tan sólo se han aplicado factores de emisión por defecto para el CH₄ y el N₂O, asimilándolos respectivamente a factores por defecto para el fuelóleo y el gas de coquería. En el caso del CO₂ los factores de emisión se han obtenido a partir de las composiciones de los combustibles facilitadas por la propia planta.

Tabla 1.4.2.- Factores de emisión (Continuación)**01.01.02: Plantas ≥ 50 y < 300 MWt (Calderas)**

| COMBUS TIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | As (mg/t) | Cd (mg/t) | Cr (mg/t) | Cu (mg/t) | Hg (mg/t) | Ni (mg/t) | Pb (mg/t) | Se (mg/t) | Zn (mg/t) |
| Hulla | 100 | 6 | 100 | 200 | 100 | 200 | 500 | 20 | 600 |
| Lignito negro | 100 | 6 | 100 | 200 | 100 | 200 | 500 | 20 | 600 |
| Coque de petróleo | | | | | | | | | |
| Madera | | | | | | | | | |
| Residuos ind. Res. de madera | | | | | | | | | |
| Res. agrícolas | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 500 | 1.000 | 2.500 | 1.000 | 1.000 | 35.000 | 1.300 | 1.000 | 1.000 |
| Gasóleo | | | | | | | | | |
| Otros comb. líquidos | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | 0,1 (1) | | | | |
| Gas residual | | | | | | | | | |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tabla 31.

(1) En mg/GJ

| COMBUS TIBLE | PARTÍCULAS | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | NIVEL BAJO | | | NIVEL MEDIO | | | NIVEL MEDIO-ALTO | | | NIVEL ALTO | | |
| | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Hulla | 5 | 6 | 6 | 12 | 25 | 35 | 17 | 70 | 140 | 40 | 180 | 510 |
| Lignito negro | 5 (1) | 6 (1) | 6 (1) | 12 | 25 | 35 | 17 | 70 | 140 | 40 | 180 | 510 |
| Coque de petróleo | 5 | 6 | 6 | 12 (2) | 25 (2) | 35 (2) | 17 (2) | 70 (2) | 140 (2) | 40 (2) | 180 (2) | 510 (2) |
| Madera | 22,5 (3) | 35 (3) | 50 (3) | 55 | 70 | 100 | 55 (4) | 70 (4) | 100 (4) | 55 (4) | 70 (4) | 100 (4) |
| Residuos ind. | 22,5 (3) | 35 (3) | 50 (3) | 55 | 70 | 100 | 55 | 70 | 100 | 210 | 350 | 600 |
| Res. de madera | 22,5 (3) | 35 (3) | 50 (3) | 55 | 70 | 100 | 55 (4) | 70 (4) | 100 (4) | 55 (4) | 70 (4) | 100 (4) |
| Res. agrícolas | 150 | 143 | 135 | 300 | 285 | 270 | 300 | 285 | 270 | 300 | 285 | 270 |
| Fuelóleo | 2,5 | 3 | 3 | 9 | 15 | 20 | 10 | 20 | 40 | 12 | 40 | 200 |
| Gasóleo | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Otros comb. líquidos | 2,5 | 3 | 3 | 9 | 15 | 20 | 10 | 20 | 40 | 12 | 40 | 200 |
| Gas natural | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Gas residual | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Fuente: CEPMEIP

(1) Asimilados a los valores de la hulla.

(2) Asimilados a los valores de la hulla (en otros sectores de combustión los factores para estos combustibles son iguales a los del carbón)

(3) Se asume que para el nivel bajo las emisiones son la mitad que para el nivel medio.

(4) Se asumen los mismos valores que para el nivel medio.

Para los residuos agrícolas, se han tomado de CEPMEIP para el grupo SNAP 2, asimilándose los residuos agrícolas (para los que no existe información específica) a los residuos de madera.

Para otros combustibles líquidos, se han asimilado los factores de emisión a los indicados en CEPMEIP para el fuelóleo.

Para el gas residual, se han asimilado los factores de emisión a los del gas asociado de CEPMEIP.

Tabla 1.4.2.- Factores de emisión (Continuación)**01.01.02: Plantas ≥ 50 y < 300 MWt (Calderas)**

| COMBUS TIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCB (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/t) | PCB (mg/GJ) |
| Hulla | | | | | | | | | 100 | 0,2604 | 3,30E-06/D |
| Lignito negro | | | | | | | | | 100 | 0,2604 | 3,30E-06/D |
| Coque de petróleo | | | | | | | | | 100 | | |
| Madera | | | | | | | | | 100 | 3,72 | 0,0035/E |
| Residuos ind. Res. de madera | | | | | | | | | 100 | 5,4 | 0,0035/E |
| Res. agrícolas | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | | | | | | | | | 100 | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | 20 | | |
| Otros comb. líquidos | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | | |
| Gas residual | | | | | | | | | | | |

Fuente: Dioxinas: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1;

HAP: Libro Guía EMEP/CORINAIR (1999). Parte B. Capítulo PAH.

PCB: Libro Guía EMEP/EEA 2013. Capítulo 1.A.1. Tablas 3-9 a 3-16.

Dioxinas y HAP: Factores expresados en masa de contaminante por tonelada de combustible.

01.01.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)

| COMBUS TIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Res. de madera | 5,2 | 155 | 48 | 32 | 627 | 0 | 4 | | | | |
| Res. agrícolas | | 88 | 50 | 32 | 1.000 | 0 | 4 | | | | |
| Fuelóleo | 1.323 498 | 180 165 | 10 | 0,7 | 15 | 76 | 1,5 | | | | |
| Gasóleo | 308 129,7 94,3 47,2 | 80 70 | 15 | 0,03 | 15 | 73 | 0,7 | | | | |
| Otros comb. líquidos (1) | 1.323 | 165 | 10 | 0,7 | 15 | 73 | 1,5 | | | | |
| Gas natural | | 62 | 5 | 0,1 | 19 | 54,3-56,9 | 0,9 | | | | |
| Biogás | | 60 | 2,5 | 2,5 | 13 | 0 | 1,75 | | | | |
| Biogás biometaniz. | | 14,9-15,3 | | 388,1-398,6 | 2,5-2,6 | 0 | 1,7-1,8 | | | | |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tablas 24 – 30.

Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112. Tablas 5 – 10.

API Compendium para el N₂O del fuelóleo (“Uncontrolled residual oil – fired boilers and heaters”), del gasóleo (“Uncontrolled distillate-fired boilers and heaters”) y del gas natural (“Uncontrolled boilers and heaters”)CITEPA, para el N₂O de los G.L.P. y del biogás.Manual de referencia IPCC, tabla 1-8, para el N₂O de residuos de madera y residuos agrícolas, y tabla 1-10 para el CO de residuos agrícolas.Fuelóleo: SO₂: Años 1990-2002: 1.323 g/GJ; 2003 y siguientes: 498 g/GJNO_x: 180 g/GJ para fuentes puntuales; 165 g/GJ fuentes de área.Gasóleo: SO₂: 1990: 308 g/GJ (%S = 0,65); 1994: 129,7 g/GJ (%S = 0,275); 1995-2007: 94,3 g/GJ (%S = 0,2); 2008 y siguientes: 47,2 g/GJ (%S = 0,1)NO_x: 80 g/GJ para fuentes puntuales; 70 g/GJ fuentes de área.

Biogás de plantas de biometanización: véase capítulo 9.10.6.

(1) Asimilado a los factores de emisión del fuelóleo

Tabla 1.4.2.- Factores de emisión (Continuación)

01.01.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)

| COMBUS TIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | As (mg/t) | Cd (mg/t) | Cr (mg/t) | Cu (mg/t) | Hg (mg/t) | Ni (mg/t) | Pb (mg/t) | Se (mg/t) | Zn (mg/t) |
| Res. de madera | | | | | | | | | |
| Res. agrícolas | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 500 | 1.000 | 2.500 | 1.000 | 1.000 | 35.000 | 1.300 | 1.000 | 1.000 |
| Gasóleo | | | | | | | | | |
| Otros comb. líquidos | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | 0,1 (1) | | | | |
| Biogás | | | | | | | | | |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tabla 31.

(1) En mg/GJ

| COMBUS TIBLE | PARTÍCULAS | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | NIVEL BAJO | | | NIVEL MEDIO | | | NIVEL MEDIO-ALTO | | | NIVEL ALTO | | |
| | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Res. de madera | 27 | 35 | 50 | 55 | 70 | 100 | 55 | 70 | 100 | 55 | 70 | 100 |
| Residuos agrícolas (1) | 27 | 35 | 50 | 55 | 70 | 100 | 55 | 70 | 100 | 55 | 70 | 100 |
| Fuelóleo | 2,5 | 3 | 3 | 9 | 15 | 20 | 10 | 20 | 40 | 12 | 40 | 200 |
| Gasóleo | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Otros comb. líquidos (2) | 2,5 | 3 | 3 | 9 | 15 | 20 | 10 | 20 | 40 | 12 | 40 | 200 |
| Gas natural | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Biogás (3) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| | | PM _{2,5} (g/GJ) | | | PM ₁₀ (g/GJ) | | | PST (g/GJ) | | | | |
| Biogás biometaniz. | | 3,6-3,7 | | | 3,6-3,7 | | | 3,6-3,7 | | | | |

Fuente: CEPMEIP

(1) Factores asimilados a madera y residuos de madera (no hay información para residuos agrícolas en CEPMEIP).

(2) Asimilado a los factores de emisión del fuelóleo.

(3) Factores asimilados al gas natural (no hay información para este combustible en CEPMEIP).

Biogás de plantas de biometanización: véase capítulo 9.10.6.

| COMBUS TIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCB (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/t) | PCB (mg/GJ) |
| Res. de madera | | | | | | | | | 1.000 | 1.755 | 0,00006 |
| Res. agrícolas | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | | | | | | | | | 100 | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | 20 | | |
| Otros comb. líquidos (1) | | | | | | | | | 100 | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | | |
| Biogás | | | | | | | | | | | |

Fuente: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1.

HAP: Libro Guía EMEP/CORINAIR (1999). Parte B. Capítulo PAH.

PCB: Libro Guía EMEP/EEA 2013. Capítulo 1.A.4. Tabla 3-18

Dioxinas y HAP: Factores expresados en masa de contaminante por tonelada de combustible.

(1) Asimilado a los factores de emisión del fuelóleo

Tabla 1.4.2.- Factores de emisión (Continuación)**01.01.04: Turbinas de gas**

| COMBUS TIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | 250 | 3 | 3 | 12,5 | 76 | 1,75 | | | | |
| Gasóleo | | 780 (1) | 2 | 4 | 15 | 73 | 1,85 | | | | |
| | | 120 (2) | | | | | | | | | |
| | | 350 (3) | | | | | | | | | |
| Diesel oil | | 380 | 2 | 4 | 12 | 73 | 1,85 | | | | |
| Gas natural | | 650 (1) | 4 | 4 | 10 | 56 | 1,3 | | | | |
| | | 80 (2) | | | | | | | | | |
| | | 250 (3) | | | | | | | | | |
| | | 188 (4) | | | | | | | | | |
| Gas residual | | n.d. | n.d. | 2,5 | n.d. | 36,4-51,4 | 1,75 | | | | |
| Biogás | | 39 | | 1.116 | 100 | | 1,8 | | | | |
| Otros comb. gaseosos | | n.d. | n.d. | 3 (5) | n.d. | 115,9-126,3 | 2,5 | | | | |

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

API Compendium para el N₂O del gas natural ("Uncontrolled turbines") y del gasóleo y el diesel oil, asimilando en estos dos casos el factor de emisión al de los motores estacionarios.

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

n.d.: No disponible.

(1) Derivados de turbinas de aviones

(2) Con pre-mezclado de exceso de aire

(3) Sin especificación

(4) Ciclo simple

(5) Factor de emisión aplicado por el Equipo de Trabajo de los Inventarios, asimilado al rango propuesto por el Libro Guía EMEP/CORINAIR para el gas natural (2,5 – 4 g/GJ).

Para el gas residual, se ha dispuesto de emisiones medidas facilitadas por la planta que usa este combustible. Tan sólo se han aplicado factores de emisión por defecto para el CH₄ y el N₂O, asimilándolos a factores por defecto para el gas de coquería. En el caso del CO₂ los factores de emisión se han obtenido a partir de las composiciones del combustible facilitadas por la propia planta.

Para otros combustibles gaseosos (gas sintético), se ha dispuesto de emisiones medidas facilitadas por la planta que usa este combustible. Tan sólo se han aplicado factores de emisión por defecto para el CH₄ y el N₂O. En el caso del CO₂ se presenta el rango de variación derivado de las características específicas (contenido de carbono, PCI) del gas sintético a lo largo del periodo inventariado.

Biogás de vertederos: véase capítulo 9.4

| COMBUS TIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | As (mg/t) | Cd (mg/t) | Cr (mg/t) | Cu (mg/t) | Hg (mg/t) | Ni (mg/t) | Pb (mg/t) | Se (mg/t) | Zn (mg/t) | |
| Fuelóleo | 500 | 1.000 | 2.500 | 1.000 | 1.000 | 35.000 | 1.300 | 1.000 | 1.000 | |
| Gasóleo | | | | | | | | | | |
| Diesel oil | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | 0,1 (1) | | | | | |
| Gas residual | | | | | | | | | | |
| Biogás | | | | | | | | | | |
| Otros comb. gaseosos | | | | | | | | | | |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tabla 31.

(1) En mg/GJ

Tabla 1.4.2.- Factores de emisión (Continuación)**01.01.04: Turbinas de gas**

| COMBUS TIBLE | PARTÍCULAS | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | NIVEL BAJO | | | NIVEL MEDIO | | | NIVEL MEDIO-ALTO | | | NIVEL ALTO | | |
| | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Fuelóleo | 2,5 | 3 | 3 | 9 | 15 | 20 | 10 | 20 | 40 | 12 | 40 | 200 |
| Gasóleo | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Diesel oil | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Gas natural | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Gas residual (1) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Otros comb. gaseosos (2) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| | PM_{2,5} (g/GJ) | | | PM₁₀ (g/GJ) | | | PST (g/GJ) | | | | | |
| Biogás | 9,7 | | | 9,7 | | | 9,7 | | | | | |

Fuente: CEPMEIP, excepto biogás de vertederos.

(1) Asimilado a los factores de gas asociado.

(2) Asimilado a los factores del gas natural.

Biogás de vertederos: véase capítulo 9.4

| COMBUS TIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCB (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/GJ) | PCB (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | | | | | | | | 100 | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | 20 | | |
| Diesel oil | | | | | | | | | 20 | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | | |
| Gas residual | | | | | | | | | | | |
| Biogás | | | | | | | | | | | |
| Otros comb. gaseosos | | | | | | | | | | | |

Fuente: Dioxinas: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1. Factores expresados en masa de contaminante por tonelada de combustible.

Tabla 1.4.2.- Factores de emisión (Continuación)

01.01.05: Motores estacionarios

| COMBUSTIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|-------------|---|--|------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | 1.150 | 50 | 3 | 100 | 76 | 1,75 | | | | |
| Gasóleo | | 900 ⁽¹⁾ 1.400 ⁽²⁾ | 3,5 | 1,5 | 100 | 73 | 1,85 | | | | |
| Diesel oil | | 900 ⁽¹⁾ 1.400 ⁽²⁾ | 3,5 | 3,5 | 100 | 73 | 1,85 | | | | |
| Gas natural | | 312 | 87 | 316 | 452 | 56 | 1,3 | | | | |
| G.L.P. | | 120 ⁽³⁾ | 1 ⁽³⁾ | 1 ⁽³⁾ | 13 ⁽³⁾ | 63,6 | 2,5 | | | | |
| Biogás | | 107-116 | | 521-568 | 200-218 | | 1,7-1,8 | | | | |

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

Factores de emisión facilitados por los principales proveedores de motores estacionarios para el NO_x, COVNM, CH₄ y CO del gas natural.API Compendium para el N₂O del gasóleo y el diesel oil ("Large bore diesel engine")CITEPA, para el N₂O del fuelóleo y de los G.L.P.

(1) Ignición por compresión; (2) Ignición por chispa.

(3) Asimilado al factor de emisión de turbinas de gas para este combustible.

Biogás de vertederos y plantas de biometanización: véase capítulos 9.4 y 9.10.6.

| COMBUSTIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | As (mg/t) | Cd (mg/t) | Cr (mg/t) | Cu (mg/t) | Hg (mg/t) | Ni (mg/t) | Pb (mg/t) | Se (mg/t) | Zn (mg/t) | |
| Fuelóleo | 500 | 1.000 | 2.500 | 1.000 | 1.000 | 35.000 | 1.300 | 1.000 | 1.000 | |
| Gasóleo | | | | | | | | | | |
| Diesel oil | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | 0,1 (1) | | | | | |
| G.L.P. | | | | | | | | | | |
| Biogás | | | | | | | | | | |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tabla 31.

(1) En mg/GJ

| COMBUSTIBLE | PARTÍCULAS | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | NIVEL BAJO | | | NIVEL MEDIO | | | NIVEL MEDIO-ALTO | | | NIVEL ALTO | | |
| | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Fuelóleo | 3 | 3 | 2,5 | 20 | 15 | 9 | 40 | 20 | 10 | 200 | 40 | 12 |
| Gasóleo | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Diesel oil | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Gas natural | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| G.L.P. | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| | PM _{2,5} (g/GJ) | | | PM ₁₀ (g/GJ) | | | PST (g/GJ) | | | | | |
| Biogás | 20,5-22,4 | | | 20,5-22,4 | | | 20,5-22,4 | | | | | |

Fuente: CEPMEIP, excepto para el biogás de vertederos.

Biogás de vertederos y plantas de biometanización: véase capítulos 9.4 y 9.10.6.

| COMBUSTIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCB (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/GJ) | PCB (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | | | | | | | | 100 | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | 20 | | 1,30E-07/E |
| Diesel oil | | | | | | | | | 20 | | 1,30E-07/E |
| Gas natural | | | | | | | | | | | |
| G.L.P. | | | | | | | | | | | |
| Biogás | | | | | | | | | | | |

Fuente: Dioxinas: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1. Factores expresados en masa de contaminante por tonelada de combustible.

PCB: Libro Guía EMEP/EEA 2013. Capítulo 1.A.1, tabla 3-19

1.4.3.- Emisiones

En concordancia con lo ya comentado respecto a las variables de actividad y factores de emisión los resultados sobre emisiones estimadas se han derivado conforme al siguiente orden de prioridades:

- 1) A partir de datos directos facilitados por las plantas, cuando tal información estaba disponible, para los casos del SO_x, NO_x, CO₂ y PST (en algún caso particular también el CO, los COVNM y el NH₃), y suplementada para los tres primeros en los años iniciales del periodo analizado (1990-1993) en los que no se disponía de cuestionario individualizado con las estimaciones facilitadas por OFICO.
- 2) A partir de determinaciones de estudios específicos sobre factores de emisión (tal es el caso de los metales pesados Cd, Hg y Pb para las centrales térmicas de carbón).
- 3) Utilizando información individualizada a partir de los cuestionarios cumplimentados por las plantas sobre las variables de actividad (cantidades y características de los combustibles) así como de los modos de combustión y técnicas de reducción de emisiones.
- 4) Procedimiento genérico de factor de emisión para aquellas centrales y/o grupos de los que no se disponía de información de cuestionario pero sí se contaba con datos sobre variables de actividad.

A continuación se presenta en la tabla 1.4.3 la información sobre las emisiones estimadas desglosadas para cada una de las actividades de la nomenclatura SNAP correspondientes a este subgrupo.

Tabla 1.4.3.- Emisiones

01.01.01: Plantas ≥ 300 MWt (Calderas)

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | 1.394.714 | 204.409 | 5.130 | 368 | 8.723 | 60.258 | 516 | | | | |
| 1991 | 1.379.581 | 209.210 | 5.048 | 376 | 8.860 | 60.883 | 534 | | | | |
| 1992 | 1.367.361 | 221.082 | 5.407 | 426 | 10.023 | 68.271 | 622 | | | | |
| 1993 | 1.224.702 | 212.704 | 4.620 | 372 | 8.729 | 62.145 | 516 | | | | |
| 1994 | 1.145.696 | 203.546 | 4.167 | 375 | 8.807 | 60.521 | 519 | | | | |
| 1995 | 1.012.230 | 217.065 | 4.362 | 411 | 9.650 | 65.746 | 579 | | | | |
| 1996 | 908.987 | 182.586 | 3.690 | 326 | 7.720 | 52.564 | 454 | | | | |
| 1997 | 1.078.559 | 244.459 | 3.911 | 377 | 9.801 | 64.022 | 558 | | | | |
| 1998 | 969.769 | 218.185 | 4.244 | 393 | 9.440 | 63.500 | 567 | | | | |
| 1999 | 1.012.589 | 248.273 | 4.787 | 478 | 11.412 | 77.316 | 705 | | | | |
| 2000 | 934.309 | 265.056 | 4.797 | 500 | 12.097 | 82.026 | 738 | | | | |
| 2001 | 903.290 | 231.878 | 4.812 | 463 | 11.377 | 75.006 | 706 | | | | |
| 2002 | 1.038.482 | 275.024 | 5.499 | 537 | 13.380 | 87.112 | 844 | | | | |
| 2003 | 860.435 | 247.981 | 4.555 | 465 | 11.342 | 75.826 | 696 | | | | |
| 2004 | 922.056 | 269.896 | 4.588 | 487 | 11.851 | 79.489 | 742 | | | | |
| 2005 | 905.650 | 272.551 | 4.704 | 498 | 12.451 | 81.817 | 789 | | | | |
| 2006 | 806.335 | 222.993 | 3.945 | 425 | 10.188 | 68.796 | 618 | | | | |
| 2007 | 797.851 | 229.913 | 3.801 | 438 | 10.445 | 71.624 | 624 | | | | |
| 2008 | 161.886 | 121.874 | 1.551 | 286 | 6.909 | 47.355 | 416 | | | | |
| 2009 | 88.676 | 77.683 | 1.118 | 215 | 5.246 | 35.219 | 323 | | | | |
| 2010 | 51.983 | 43.250 | 754 | 147 | 3.461 | 24.518 | 209 | | | | |
| 2011 | 110.570 | 95.461 | 1.486 | 256 | 5.894 | 42.677 | 361 | | | | |
| 2012 | 131.971 | 114.803 | 1.639 | 319 | 7.152 | 52.021 | 449 | | | | |

Tabla 1.4.3.- Emisiones (Continuación)

01.01.01: Plantas \geq 300 MWt (Calderas)

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2,5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | 3.083 | 941 | 4.366 | 5.336 | 2.047 | 27.889 | 2.456 | 1.095 | 15.874 | | | |
| 1991 | 3.211 | 1.296 | 5.206 | 5.648 | 2.344 | 40.725 | 2.376 | 1.450 | 16.008 | | | |
| 1992 | 3.750 | 2.107 | 7.336 | 6.765 | 3.241 | 68.957 | 3.512 | 2.279 | 17.714 | | | |
| 1993 | 2.963 | 843 | 4.059 | 5.255 | 1.893 | 25.133 | 1.814 | 1.009 | 15.582 | | | |
| 1994 | 2.967 | 752 | 3.878 | 5.364 | 1.823 | 21.870 | 1.732 | 938 | 15.962 | | | |
| 1995 | 3.326 | 1.288 | 5.260 | 6.124 | 2.482 | 40.175 | 2.521 | 1.476 | 17.149 | | | |
| 1996 | 2.608 | 709 | 3.475 | 4.729 | 1.778 | 20.143 | 1.694 | 855 | 13.989 | | | |
| 1997 | 3.037 | 511 | 3.464 | 5.648 | 1.721 | 13.117 | 1.709 | 748 | 17.107 | | | |
| 1998 | 3.211 | 1.204 | 5.046 | 5.934 | 2.557 | 37.326 | 2.471 | 1.407 | 16.651 | | | |
| 1999 | 4.132 | 2.152 | 7.816 | 7.819 | 3.365 | 70.630 | 3.714 | 2.432 | 20.390 | | | |
| 2000 | 4.195 | 1.904 | 7.387 | 7.972 | 3.191 | 62.392 | 3.455 | 2.225 | 21.311 | 11.006 | 23.325 | 34.231 |
| 2001 | 3.936 | 2.191 | 7.751 | 7.430 | 3.422 | 72.490 | 3.780 | 2.451 | 19.089 | 9.981 | 21.145 | 30.930 |
| 2002 | 4.665 | 2.812 | 9.645 | 8.896 | 4.177 | 93.709 | 4.703 | 3.121 | 22.316 | 11.219 | 24.355 | 36.318 |
| 2003 | 3.733 | 1.455 | 6.047 | 7.064 | 2.707 | 46.571 | 2.855 | 1.740 | 19.440 | 9.260 | 20.398 | 30.787 |
| 2004 | 3.924 | 1.456 | 6.194 | 7.439 | 2.842 | 46.193 | 2.963 | 1.757 | 20.618 | 9.468 | 20.239 | 30.245 |
| 2005 | 4.047 | 1.705 | 6.842 | 7.716 | 2.963 | 55.395 | 3.192 | 2.022 | 20.883 | 9.669 | 19.549 | 28.082 |
| 2006 | 3.367 | 1.116 | 5.039 | 6.386 | 2.292 | 34.951 | 2.362 | 1.384 | 17.969 | 8.388 | 16.433 | 23.352 |
| 2007 | 3.325 | 566 | 3.869 | 6.335 | 1.825 | 15.702 | 1.728 | 872 | 18.905 | 9.434 | 17.260 | 23.942 |
| 2008 | 2.186 | 381 | 2.563 | 4.362 | 1.212 | 10.776 | 1.183 | 606 | 12.725 | 4.389 | 6.993 | 8.717 |
| 2009 | 1.592 | 220 | 1.743 | 3.184 | 945 | 5.762 | 893 | 386 | 9.400 | 2.471 | 3.461 | 3.998 |
| 2010 | 1.094 | 180 | 1.251 | 2.186 | 729 | 4.872 | 695 | 290 | 6.402 | 1.363 | 1.850 | 2.055 |
| 2011 | 2.046 | 241 | 2.160 | 4.094 | 1.160 | 6.031 | 1.404 | 460 | 12.166 | 2.686 | 3.772 | 4.361 |
| 2012 | 2.466 | 307 | 2.604 | 4.935 | 1.492 | 7.272 | 1.383 | 556 | 14.666 | 3.550 | 5.033 | 5.827 |

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | 4,0 | 10,6 | 0,002 |
| 1991 | | | | | | | | | 4,0 | 10,7 | 0,002 |
| 1992 | | | | | | | | | 4,2 | 10,0 | 0,002 |
| 1993 | | | | | | | | | 3,8 | 9,4 | 0,002 |
| 1994 | | | | | | | | | 3,7 | 9,5 | 0,002 |
| 1995 | | | | | | | | | 3,8 | 9,7 | 0,002 |
| 1996 | | | | | | | | | 3,2 | 7,7 | 0,002 |
| 1997 | | | | | | | | | 3,5 | 7,8 | 0,002 |
| 1998 | | | | | | | | | 3,5 | 8,6 | 0,002 |
| 1999 | | | | | | | | | 4,0 | 9,3 | 0,002 |
| 2000 | | | | | | | | | 4,2 | 10,0 | 0,002 |
| 2001 | | | | | | | | | 3,8 | 9,0 | 0,002 |
| 2002 | | | | | | | | | 4,3 | 10,2 | 0,002 |
| 2003 | | | | | | | | | 3,9 | 9,5 | 0,002 |
| 2004 | | | | | | | | | 4,1 | 10,0 | 0,002 |
| 2005 | | | | | | | | | 4,1 | 10,0 | 0,002 |
| 2006 | | | | | | | | | 3,5 | 8,8 | 0,002 |
| 2007 | | | | | | | | | 3,7 | 8,7 | 0,002 |
| 2008 | | | | | | | | | 2,2 | 5,3 | 0,001 |
| 2009 | | | | | | | | | 1,6 | 4,0 | 0,001 |
| 2010 | | | | | | | | | 1,1 | 2,7 | 0,001 |
| 2011 | | | | | | | | | 2,0 | 5,1 | 0,001 |
| 2012 | | | | | | | | | 2,5 | 6,0 | 0,002 |

Tabla 1.4.3.- Emisiones (Continuación)

01.01.02: Plantas ≥ 50 y < 300 MWt (Calderas)

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | 47.579 | 6.376 | 354 | 25 | 532 | 2.694 | 53 | | | | |
| 1991 | 37.346 | 7.292 | 270 | 19 | 413 | 2.591 | 119 | | | | |
| 1992 | 33.352 | 7.664 | 349 | 25 | 543 | 2.661 | 234 | | | | |
| 1993 | 29.766 | 7.996 | 346 | 26 | 551 | 2.869 | 368 | | | | |
| 1994 | 31.275 | 10.918 | 367 | 28 | 3.244 | 3.211 | 530 | | | | |
| 1995 | 28.065 | 9.087 | 384 | 29 | 2.260 | 3.496 | 751 | | | | |
| 1996 | 20.379 | 8.729 | 418 | 32 | 1.232 | 3.757 | 718 | | | | |
| 1997 | 14.476 | 9.026 | 420 | 33 | 722 | 3.856 | 771 | | | | |
| 1998 | 11.314 | 7.155 | 391 | 31 | 671 | 3.598 | 723 | | | | |
| 1999 | 13.755 | 7.315 | 431 | 35 | 761 | 4.323 | 816 | | | | |
| 2000 | 16.707 | 8.700 | 483 | 39 | 843 | 4.879 | 710 | | | | |
| 2001 | 17.128 | 9.375 | 513 | 41 | 887 | 4.906 | 839 | | | | |
| 2002 | 18.897 | 9.409 | 517 | 51 | 1.201 | 5.019 | 812 | | | | |
| 2003 | 15.840 | 8.691 | 522 | 62 | 1.593 | 4.486 | 723 | | | | |
| 2004 | 13.821 | 7.915 | 550 | 67 | 1.560 | 4.690 | 645 | | | | |
| 2005 | 11.346 | 6.990 | 510 | 73 | 1.844 | 4.190 | 573 | | | | |
| 2006 | 9.300 | 5.991 | 468 | 72 | 1.866 | 3.649 | 470 | | | | |
| 2007 | 8.657 | 5.819 | 425 | 51 | 1.249 | 3.546 | 467 | | | | |
| 2008 | 7.854 | 4.643 | 464 | 70 | 1.830 | 3.564 | 474 | | | | |
| 2009 | 7.383 | 4.124 | 419 | 54 | 1.369 | 3.439 | 462 | | | | |
| 2010 | 6.727 | 4.123 | 405 | 65 | 1.781 | 3.162 | 476 | | | | |
| 2011 | 4.675 | 3.473 | 360 | 62 | 1.736 | 2.782 | 383 | | | | |
| 2012 | 4.872 | 3.574 | 402 | 92 | 2.463 | 2.938 | 398 | | | | |

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2.5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | 440 | 881 | 2.203 | 881 | 881 | 30.839 | 1.145 | 881 | 881 | | | |
| 1991 | 418 | 825 | 2.067 | 836 | 827 | 28.870 | 1.072 | 826 | 860 | | | |
| 1992 | 435 | 842 | 2.120 | 871 | 849 | 29.500 | 1.096 | 845 | 928 | | | |
| 1993 | 436 | 825 | 2.085 | 871 | 837 | 28.915 | 1.074 | 830 | 965 | | | |
| 1994 | 461 | 863 | 2.186 | 923 | 882 | 30.235 | 1.169 | 868 | 1.044 | | | |
| 1995 | 478 | 872 | 2.218 | 955 | 900 | 30.546 | 1.223 | 879 | 1.125 | | | |
| 1996 | 521 | 966 | 2.449 | 1.042 | 994 | 33.813 | 1.366 | 972 | 1.198 | | | |
| 1997 | 560 | 976 | 2.504 | 1.120 | 1.031 | 34.170 | 1.506 | 987 | 1.415 | | | |
| 1998 | 524 | 907 | 2.330 | 1.047 | 962 | 31.759 | 1.410 | 918 | 1.336 | | | |
| 1999 | 584 | 978 | 2.532 | 1.167 | 1.041 | 34.282 | 1.511 | 993 | 1.554 | | | |
| 2000 | 635 | 1.089 | 2.804 | 1.269 | 1.144 | 38.144 | 1.639 | 1.103 | 1.640 | 427 | 827 | 1.341 |
| 2001 | 684 | 1.162 | 2.998 | 1.368 | 1.228 | 40.702 | 1.757 | 1.178 | 1.790 | 343 | 552 | 760 |
| 2002 | 666 | 1.118 | 2.892 | 1.332 | 1.183 | 39.173 | 1.710 | 1.135 | 1.772 | 473 | 733 | 956 |
| 2003 | 633 | 1.100 | 2.824 | 1.266 | 1.158 | 38.512 | 1.679 | 1.113 | 1.607 | 453 | 661 | 823 |
| 2004 | 664 | 1.193 | 3.040 | 1.330 | 1.281 | 41.719 | 1.799 | 1.202 | 1.602 | 377 | 502 | 583 |
| 2005 | 592 | 1.056 | 2.697 | 1.183 | 1.108 | 36.936 | 1.627 | 1.065 | 1.443 | 363 | 494 | 599 |
| 2006 | 529 | 958 | 2.436 | 1.056 | 1.007 | 33.397 | 1.485 | 961 | 1.254 | 310 | 413 | 497 |
| 2007 | 519 | 940 | 2.390 | 1.035 | 990 | 32.780 | 1.467 | 943 | 1.226 | 237 | 319 | 378 |
| 2008 | 527 | 958 | 2.435 | 1.051 | 1.007 | 33.427 | 1.485 | 962 | 1.238 | 292 | 366 | 414 |
| 2009 | 498 | 905 | 2.301 | 995 | 951 | 31.607 | 1.406 | 910 | 1.176 | 224 | 283 | 319 |
| 2010 | 464 | 834 | 2.125 | 927 | 881 | 29.125 | 1.323 | 839 | 1.117 | 225 | 283 | 329 |
| 2011 | 404 | 730 | 1.857 | 806 | 769 | 25.471 | 1.144 | 733 | 958 | 147 | 181 | 226 |
| 2012 | 411 | 742 | 1.888 | 821 | 783 | 25.861 | 1.169 | 745 | 981 | 190 | 236 | 302 |

Tabla 1.4.3.- Emisiones (Continuación)

01.01.02: Plantas ≥ 50 y < 300 MWt (Calderas)

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | 0,09 | | |
| 1991 | | | | | | | | | 0,09 | 0,02 | 0,000003 |
| 1992 | | | | | | | | | 0,10 | 0,04 | 0,000006 |
| 1993 | | | | | | | | | 0,11 | 0,07 | 0,000011 |
| 1994 | | | | | | | | | 0,12 | 0,08 | 0,000016 |
| 1995 | | | | | | | | | 0,13 | 0,09 | 0,000024 |
| 1996 | | | | | | | | | 0,14 | 0,08 | 0,000035 |
| 1997 | | | | | | | | | 0,17 | 0,21 | 0,000084 |
| 1998 | | | | | | | | | 0,16 | 0,19 | 0,000093 |
| 1999 | | | | | | | | | 0,19 | 0,25 | 0,000079 |
| 2000 | | | | | | | | | 0,20 | 0,24 | 0,000052 |
| 2001 | | | | | | | | | 0,22 | 0,30 | 0,000041 |
| 2002 | | | | | | | | | 0,22 | 0,28 | 0,000048 |
| 2003 | | | | | | | | | 0,20 | 0,22 | 0,000034 |
| 2004 | | | | | | | | | 0,19 | 0,18 | 0,000024 |
| 2005 | | | | | | | | | 0,17 | 0,17 | 0,000024 |
| 2006 | | | | | | | | | 0,15 | 0,13 | 0,000016 |
| 2007 | | | | | | | | | 0,14 | 0,13 | 0,000022 |
| 2008 | | | | | | | | | 0,14 | 0,13 | 0,000028 |
| 2009 | | | | | | | | | 0,14 | 0,13 | 0,000017 |
| 2010 | | | | | | | | | 0,13 | 0,13 | 0,000014 |
| 2011 | | | | | | | | | 0,11 | 0,10 | 0,000020 |
| 2012 | | | | | | | | | 0,11 | 0,11 | 0,000028 |

01.01.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|--|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) | |
| 1990 | 477 | 71 | 4 | 0,2 | 5 | 28 | 0,5 | | | | | |
| 1991 | 316 | 42 | 2 | 0,2 | 4 | 18 | 0,4 | | | | | |
| 1992 | 170 | 23 | 1 | 0,1 | 2 | 10 | 0,2 | | | | | |
| 1993 | 174 | 23 | 1 | 0,1 | 2 | 10 | 0,2 | | | | | |
| 1994 | 44 | 6 | 0,4 | 0,02 | 1 | 3 | 0,1 | | | | | |
| 1995 | 72 | 10 | 1 | 0,04 | 1 | 5 | 0,1 | | | | | |
| 1996 | 119 | 16 | 1 | 0,1 | 2 | 8 | 0,1 | | | | | |
| 1997 | 364 | 46 | 3 | 0,2 | 4 | 22 | 0,4 | | | | | |
| 1998 | 135 | 17 | 1 | 0,1 | 2 | 8 | 0,2 | | | | | |
| 1999 | 120 | 57 | 4 | 0,1 | 14 | 45 | 0,7 | | | | | |
| 2000 | 106 | 63 | 5 | 0,1 | 17 | 52 | 0,8 | | | | | |
| 2001 | 74 | 69 | 8 | 3 | 67 | 46 | 1,1 | | | | | |
| 2002 | 112 | 84 | 12 | 5 | 110 | 48 | 1,4 | | | | | |
| 2003 | 412 | 104 | 13 | 5 | 106 | 50 | 1,5 | | | | | |
| 2004 | 126 | 171 | 27 | 14 | 274 | 68 | 2,8 | | | | | |
| 2005 | 106 | 142 | 23 | 12 | 241 | 59 | 2,4 | | | | | |
| 2006 | 129 | 122 | 19 | 10 | 192 | 64 | 2,2 | | | | | |
| 2007 | 57 | 118 | 19 | 9 | 179 | 65 | 2,1 | | | | | |
| 2008 | 24 | 122 | 22 | 12 | 235 | 50 | 2,2 | | | | | |
| 2009 | 11 | 91 | 21 | 11 | 199 | 77 | 2,4 | | | | | |
| 2010 | 6 | 330 | 127 | 81 | 2.153 | 56 | 10,8 | | | | | |
| 2011 | 5 | 509 | 228 | 147 | 4.216 | 60 | 19,0 | | | | | |
| 2012 | 5 | 500 | 229 | 147 | 4.214 | 64 | 19,0 | | | | | |

Tabla 1.4.3.- Emisiones (Continuación)

01.01.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2,5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | 4 | 9 | 22 | 9 | 9 | 305 | 11 | 9 | 9 | | | |
| 1991 | 3 | 6 | 15 | 6 | 6 | 205 | 8 | 6 | 6 | | | |
| 1992 | 2 | 3 | 8 | 3 | 3 | 110 | 4 | 3 | 3 | | | |
| 1993 | 2 | 3 | 8 | 3 | 3 | 113 | 4 | 3 | 3 | | | |
| 1994 | 0,4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 28 | 1 | 1 | 1 | | | |
| 1995 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,2 | 33 | 1 | 1 | 0,1 | | | |
| 1996 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,4 | 55 | 2 | 1 | 0,2 | | | |
| 1997 | 3 | 3 | 7 | 3 | 1,2 | 170 | 7 | 3 | 0,7 | | | |
| 1998 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0,4 | 63 | 3 | 1 | 0,3 | | | |
| 1999 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,4 | 56 | 2 | 1 | 0,2 | | | |
| 2000 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,4 | 49 | 2 | 1 | 0,2 | 1 | 1 | 2 |
| 2001 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,3 | 34 | 1 | 1 | 0,1 | 5 | 7 | 9 |
| 2002 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,4 | 52 | 2 | 1 | 0,2 | 9 | 12 | 17 |
| 2003 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0,5 | 65 | 3 | 1 | 0,3 | 11 | 15 | 21 |
| 2004 | 3 | 3 | 6 | 3 | 1,1 | 149 | 6 | 3 | 0,6 | 25 | 33 | 46 |
| 2005 | 3 | 3 | 5 | 3 | 0,9 | 126 | 5 | 3 | 0,5 | 22 | 29 | 40 |
| 2006 | 3 | 3 | 6 | 3 | 1,1 | 155 | 6 | 3 | 0,6 | 18 | 24 | 33 |
| 2007 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0,6 | 68 | 3 | 1 | 0,3 | 16 | 20 | 29 |
| 2008 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,3 | 25 | 1 | 1 | 0,1 | 20 | 26 | 36 |
| 2009 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 12 | 0,5 | 0,2 | 0,05 | 17 | 21 | 31 |
| 2010 | 0,03 | 0,03 | 0,1 | 0,03 | 0,1 | 2 | 0,1 | 0,03 | 0,01 | 136 | 173 | 247 |
| 2011 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,1 | 1 | 0,02 | 0,01 | 0,002 | 208 | 266 | 380 |
| 2012 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,1 | 1 | 0,02 | 0,01 | 0,002 | 209 | 266 | 380 |

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | 0,0009 | | |
| 1991 | | | | | | | | | 0,0006 | | |
| 1992 | | | | | | | | | 0,0003 | | |
| 1993 | | | | | | | | | 0,0003 | | |
| 1994 | | | | | | | | | 0,0001 | | |
| 1995 | | | | | | | | | 0,0001 | | |
| 1996 | | | | | | | | | 0,0002 | | |
| 1997 | | | | | | | | | 0,0007 | | |
| 1998 | | | | | | | | | 0,0003 | | |
| 1999 | | | | | | | | | 0,0002 | | |
| 2000 | | | | | | | | | 0,0002 | | |
| 2001 | | | | | | | | | 0,01 | 10 | 0,000005 |
| 2002 | | | | | | | | | 0,01 | 18 | 0,000009 |
| 2003 | | | | | | | | | 0,01 | 17 | 0,000009 |
| 2004 | | | | | | | | | 0,03 | 48 | 0,000024 |
| 2005 | | | | | | | | | 0,02 | 42 | 0,000022 |
| 2006 | | | | | | | | | 0,02 | 32 | 0,000016 |
| 2007 | | | | | | | | | 0,02 | 31 | 0,000016 |
| 2008 | | | | | | | | | 0,02 | 42 | 0,000021 |
| 2009 | | | | | | | | | 0,02 | 36 | 0,000018 |
| 2010 | | | | | | | | | 0,06 | 105 | 0,000053 |
| 2011 | | | | | | | | | 0,05 | 93 | 0,000047 |
| 2012 | | | | | | | | | 0,05 | 93 | 0,000047 |

Tabla 1.4.3.- Emisiones (Continuación)

01.01.04: Turbinas de gas

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | 739 | 2.813 | 9 | 17 | 55 | 318 | 8 | | | | |
| 1991 | 495 | 2.258 | 7 | 14 | 44 | 261 | 7 | | | | |
| 1992 | 332 | 1.545 | 5 | 11 | 34 | 198 | 5 | | | | |
| 1993 | 423 | 2.158 | 8 | 17 | 52 | 301 | 8 | | | | |
| 1994 | 459 | 2.270 | 8 | 16 | 52 | 315 | 8 | | | | |
| 1995 | 407 | 2.639 | 10 | 21 | 77 | 406 | 10 | | | | |
| 1996 | 338 | 1.820 | 11 | 17 | 59 | 330 | 7 | | | | |
| 1997 | 230 | 1.454 | 39 | 37 | 38 | 552 | 13 | | | | |
| 1998 | 266 | 2.049 | 34 | 35 | 41 | 1.005 | 13 | | | | |
| 1999 | 464 | 3.613 | 45 | 57 | 76 | 1.058 | 21 | | | | |
| 2000 | 617 | 4.121 | 43 | 79 | 134 | 1.619 | 30 | | | | |
| 2001 | 731 | 4.612 | 81 | 90 | 182 | 2.018 | 35 | | | | |
| 2002 | 917 | 3.713 | 208 | 220 | 424 | 3.892 | 78 | | | | |
| 2003 | 2.641 | 7.493 | 491 | 528 | 1.205 | 8.388 | 185 | | | | |
| 2004 | 1.704 | 9.577 | 798 | 875 | 1.946 | 13.325 | 299 | | | | |
| 2005 | 2.355 | 12.834 | 1.306 | 1.535 | 3.379 | 21.391 | 487 | | | | |
| 2006 | 2.339 | 13.382 | 1.655 | 1.912 | 4.516 | 26.074 | 591 | 3 | | | |
| 2007 | 3.347 | 15.981 | 1.825 | 2.084 | 5.958 | 28.978 | 663 | 3 | | | |
| 2008 | 2.874 | 17.820 | 2.404 | 2.657 | 5.839 | 36.746 | 854 | 3 | | | |
| 2009 | 2.208 | 19.124 | 2.224 | 2.237 | 5.793 | 33.188 | 798 | 3 | | | |
| 2010 | 2.029 | 15.282 | 1.840 | 1.856 | 8.530 | 27.783 | 635 | 2 | | | |
| 2011 | 1.508 | 11.224 | 1.129 | 1.553 | 8.826 | 23.447 | 582 | 2 | | | |
| 2012 | 1.499 | 8.864 | 909 | 1.209 | 7.779 | 18.491 | 418 | 1 | | | |

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2,5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | 1 | 3 | 7 | 3 | 3 | 101 | 4 | 3 | 3 | | | |
| 1991 | | | | | | | | | | | | |
| 1992 | | | | | | | | | | | | |
| 1993 | | | | | | | | | | | | |
| 1994 | | | | | | | | | | | | |
| 1995 | | | | | | | | | | | | |
| 1996 | | | | | 0,1 | | | | | | | |
| 1997 | | | | | 0,7 | | | | | | | |
| 1998 | | | | | 0,6 | | | | | | | |
| 1999 | 0,000005 | | | | 0,7 | | | 0,0000002 | | | | |
| 2000 | | | | | 0,5 | | | 0,0000004 | | 39 | 39 | 39 |
| 2001 | | | | | 0,4 | | | | | 48 | 48 | 48 |
| 2002 | | | | | 3 | | | | | 57 | 57 | 58 |
| 2003 | | | | | 10 | | | | | 340 | 340 | 340 |
| 2004 | | | | | 18 | | | | | 353 | 353 | 353 |
| 2005 | 17 | 6 | 8 | | 31 | 17 | 13 | | | 509 | 509 | 509 |
| 2006 | 7 | 7 | 113 | | 40 | 23 | 16 | | | 383 | 383 | 383 |
| 2007 | 0,01 | 0,01 | 0,1 | | 44 | 0,02 | 0,02 | | | 507 | 507 | 507 |
| 2008 | 0,1 | 0,01 | 0,03 | | 59 | 0,05 | 0,04 | | | 472 | 472 | 472 |
| 2009 | 0,01 | 0,005 | 0,005 | | 52 | 0,01 | 0,01 | | 0,01 | 535 | 535 | 535 |
| 2010 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 42 | 0,01 | 0,01 | | 0,02 | 498 | 498 | 498 |
| 2011 | 12 | 85 | 5 | 7 | 37 | 7 | 7 | | 5 | 340 | 340 | 340 |
| 2012 | 107 | 22 | 107 | 54 | 35 | 22 | 11 | | 63 | 229 | 229 | 229 |

Tabla 1.4.3.- Emisiones (Continuación)

01.01.04: Turbinas de gas

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | 0,002 | | |
| 1991 | | | | | | | | | 0,002 | | |
| 1992 | | | | | | | | | 0,001 | | |
| 1993 | | | | | | | | | 0,002 | | |
| 1994 | | | | | | | | | 0,002 | | |
| 1995 | | | | | | | | | 0,002 | | |
| 1996 | | | | | | | | | 0,001 | | |
| 1997 | | | | | | | | | 0,001 | | |
| 1998 | | | | | | | | | 0,001 | | |
| 1999 | | | | | | | | | 0,002 | 0,0001 | |
| 2000 | | | | | | | | | 0,004 | 0,0001 | |
| 2001 | | | | | | | | | 0,005 | | |
| 2002 | | | | | | | | | 0,006 | | |
| 2003 | | | | | | | | | 0,042 | | |
| 2004 | | | | | | | | | 0,015 | | |
| 2005 | | | | | | | | | 0,024 | 0,04 | |
| 2006 | | | | | | | | | 0,026 | 1,34 | |
| 2007 | | | | | | | | | 0,028 | 0,001 | |
| 2008 | | | | | | | | | 0,021 | 0,04 | |
| 2009 | | | | | | | | | 0,023 | 0,003 | |
| 2010 | | | | | | | | | 0,021 | | |
| 2011 | | | | | | | | | 0,019 | 13 | |
| 2012 | | | | | | | | | 0,028 | 9 | |

01.01.05: Motores estacionarios

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | 14.911 | 13.729 | 554 | 38 | 1.221 | 924 | 21 | | | | |
| 1991 | 19.237 | 17.185 | 715 | 48 | 1.515 | 1.148 | 27 | | | | |
| 1992 | 21.591 | 19.167 | 803 | 60 | 1.689 | 1.278 | 30 | | | | |
| 1993 | 22.540 | 20.065 | 839 | 79 | 1.775 | 1.338 | 31 | | | | |
| 1994 | 18.911 | 35.744 | 883 | 90 | 5.271 | 1.438 | 33 | | | | |
| 1995 | 16.265 | 40.417 | 927 | 203 | 7.419 | 1.505 | 35 | | | | |
| 1996 | 12.396 | 34.968 | 900 | 268 | 6.182 | 1.458 | 34 | | | | |
| 1997 | 11.810 | 24.446 | 907 | 294 | 1.841 | 1.424 | 35 | | | | |
| 1998 | 12.143 | 25.627 | 921 | 413 | 1.876 | 1.506 | 36 | | | | |
| 1999 | 13.562 | 29.320 | 1.091 | 489 | 2.006 | 1.788 | 42 | | | | |
| 2000 | 13.160 | 32.312 | 1.038 | 731 | 2.203 | 1.622 | 41 | | | | |
| 2001 | 12.233 | 32.961 | 1.039 | 781 | 2.262 | 1.648 | 41 | | | | |
| 2002 | 11.616 | 35.155 | 1.040 | 957 | 2.359 | 1.664 | 42 | | | | |
| 2003 | 13.819 | 34.868 | 1.229 | 1.642 | 3.017 | 2.002 | 51 | | | | |
| 2004 | 9.372 | 33.856 | 1.269 | 2.730 | 3.501 | 2.023 | 55 | | | | |
| 2005 | 9.101 | 34.181 | 1.340 | 2.734 | 3.675 | 2.123 | 57 | | | | |
| 2006 | 11.269 | 56.550 | 1.425 | 3.098 | 4.030 | 2.271 | 61 | | | | |
| 2007 | 12.348 | 60.476 | 1.417 | 3.261 | 4.042 | 2.278 | 62 | | | | |
| 2008 | 15.143 | 60.152 | 1.436 | 3.173 | 4.024 | 2.317 | 63 | | | | |
| 2009 | 14.052 | 66.152 | 1.467 | 3.390 | 3.742 | 2.369 | 61 | | | | |
| 2010 | 10.515 | 49.340 | 1.520 | 3.405 | 4.237 | 2.458 | 66 | | | | |
| 2011 | 10.871 | 55.134 | 1.460 | 3.325 | 4.149 | 2.365 | 64 | | | | |
| 2012 | 9.526 | 51.116 | 1.432 | 3.336 | 4.062 | 2.343 | 64 | | | | |

Tabla 1.4.3.- Emisiones (Continuación)

01.01.05: Motores estacionarios

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2,5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | 138 | 275 | 688 | 275 | 275 | 9.635 | 358 | 275 | 275 | | | |
| 1991 | 178 | 357 | 893 | 357 | 357 | 12.497 | 464 | 357 | 357 | | | |
| 1992 | 201 | 402 | 1.004 | 402 | 402 | 14.052 | 522 | 402 | 402 | | | |
| 1993 | 209 | 419 | 1.048 | 419 | 419 | 14.667 | 545 | 419 | 419 | | | |
| 1994 | 218 | 436 | 1.090 | 436 | 436 | 15.263 | 567 | 436 | 436 | | | |
| 1995 | 228 | 457 | 1.142 | 457 | 457 | 15.995 | 594 | 457 | 457 | | | |
| 1996 | 221 | 442 | 1.104 | 442 | 441 | 15.456 | 574 | 442 | 441 | | | |
| 1997 | 222 | 445 | 1.112 | 445 | 445 | 15.568 | 578 | 445 | 445 | | | |
| 1998 | 225 | 451 | 1.127 | 451 | 451 | 15.776 | 586 | 451 | 451 | | | |
| 1999 | 266 | 532 | 1.331 | 532 | 532 | 18.640 | 692 | 532 | 532 | | | |
| 2000 | 252 | 503 | 1.258 | 503 | 503 | 17.615 | 654 | 503 | 503 | 258 | 449 | 764 |
| 2001 | 252 | 504 | 1.260 | 504 | 504 | 17.647 | 655 | 504 | 504 | 236 | 389 | 583 |
| 2002 | 252 | 504 | 1.261 | 504 | 504 | 17.658 | 656 | 504 | 504 | 210 | 332 | 552 |
| 2003 | 300 | 599 | 1.497 | 599 | 599 | 20.963 | 779 | 599 | 599 | 281 | 432 | 616 |
| 2004 | 306 | 613 | 1.532 | 613 | 613 | 21.441 | 796 | 613 | 613 | 338 | 510 | 742 |
| 2005 | 320 | 641 | 1.602 | 641 | 641 | 22.422 | 833 | 641 | 641 | 410 | 564 | 744 |
| 2006 | 338 | 677 | 1.692 | 677 | 677 | 23.683 | 880 | 677 | 677 | 498 | 794 | 1.270 |
| 2007 | 341 | 682 | 1.704 | 682 | 682 | 23.860 | 886 | 682 | 682 | 442 | 655 | 929 |
| 2008 | 347 | 694 | 1.735 | 694 | 694 | 24.289 | 902 | 694 | 694 | 431 | 664 | 1.028 |
| 2009 | 359 | 718 | 1.795 | 718 | 718 | 25.131 | 933 | 718 | 718 | 396 | 616 | 931 |
| 2010 | 373 | 746 | 1.866 | 746 | 746 | 26.123 | 970 | 746 | 746 | 395 | 583 | 852 |
| 2011 | 358 | 717 | 1.793 | 717 | 717 | 25.098 | 932 | 717 | 717 | 429 | 624 | 844 |
| 2012 | 351 | 703 | 1.757 | 703 | 703 | 24.593 | 913 | 703 | 703 | 413 | 613 | 862 |

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | 0,028 | | 0,0000002 |
| 1991 | | | | | | | | | 0,036 | | 0,0000001 |
| 1992 | | | | | | | | | 0,041 | | 0,0000001 |
| 1993 | | | | | | | | | 0,042 | | 0,0000001 |
| 1994 | | | | | | | | | 0,044 | | 0,0000001 |
| 1995 | | | | | | | | | 0,046 | | 0,0000001 |
| 1996 | | | | | | | | | 0,045 | | 0,0000001 |
| 1997 | | | | | | | | | 0,045 | | 0,0000002 |
| 1998 | | | | | | | | | 0,046 | | 0,0000002 |
| 1999 | | | | | | | | | 0,054 | | 0,0000002 |
| 2000 | | | | | | | | | 0,051 | | 0,0000002 |
| 2001 | | | | | | | | | 0,051 | | 0,0000002 |
| 2002 | | | | | | | | | 0,051 | | 0,0000002 |
| 2003 | | | | | | | | | 0,061 | | 0,0000002 |
| 2004 | | | | | | | | | 0,062 | | 0,0000002 |
| 2005 | | | | | | | | | 0,065 | | 0,0000002 |
| 2006 | | | | | | | | | 0,069 | | 0,0000002 |
| 2007 | | | | | | | | | 0,069 | | 0,0000002 |
| 2008 | | | | | | | | | 0,070 | | 0,0000002 |
| 2009 | | | | | | | | | 0,072 | | 0,0000002 |
| 2010 | | | | | | | | | 0,075 | | 0,0000002 |
| 2011 | | | | | | | | | 0,072 | | 0,0000002 |
| 2012 | | | | | | | | | 0,071 | | 0,0000002 |

1.5.- PLANTAS GENERADORAS DE CALOR PARA DISTRITOS URBANOS

Este subgrupo aparece en la nomenclatura SNAP por su significativa presencia en determinados países centro y norte europeos. En el caso español, sin embargo, no se considera significativo, si bien ello no excluye que existan determinadas instalaciones que en ámbitos especialmente urbanos den servicio a múltiples edificios. Sin embargo aún en estas situaciones no se considera que propiamente estas instalaciones se configuren como plantas de generación de calor para distritos urbanos. Es por ello que en la presente edición del Inventario no se han estimado emisiones para este subgrupo.

1.6.- PLANTAS DE REFINO DE PETRÓLEO

| CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS | |
|--|-----------------------------|
| NOMENCLATURA | CÓDIGO |
| CORINAIR/SNAP 97 | 01.03 (01.03.01 a 01.03.06) |
| CMCC/CRF | 1.A.1.b |
| CLRTAP-EMEP/NFR | 1.A.1.b |

En el sector del refino de petróleo, las plantas difieren unas de otras no sólo por su capacidad de tratamiento de crudo, sino también por el tipo de procesos que realizan. Las instalaciones más sencillas pueden aplicar simplemente procesos de separación del crudo y un tratamiento limitado de los productos obtenidos. Las refinerías intermedias pueden tener además procesos de craqueo catalítico o térmico, reformado catalítico, tratamientos adicionales así como fabricación de productos tales como aceites lubricantes y asfaltos. Las refinerías más completas, generalmente mayores en capacidad, incluyen destilación de crudo, craqueo, fabricación de aceites lubricantes, asfaltos, parafinas, así como procesos de mejoras de gasolinas como reformado catalítico, alquilación o isomerización.

Del conjunto de actividades de las refinerías se contemplan en este apartado las correspondientes a los procesos de combustión. Entre estos se distinguen las calderas (diferenciadas por rangos de potencia térmica nominal), 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, no presentando ninguna particularidad especial con respecto a las instalaciones de este tipo que puede haber en otros sectores, salvo la utilización de combustibles característicos de las refinerías. 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 fracciones de crudo en que se descompone el mismo. En estos hornos no se produce contacto de la llama o gases de la combustión con el crudo o sus fracciones resultantes. En cuanto a las

emisiones de contaminantes se consideran exclusivamente las que proceden de los gases de la combustión efectuada en los hornos. Las emisiones que estos hornos pudieran generar por los procesos no combustivos que tienen lugar en su interior se recogen dentro de la actividad SNAP 04.01.01, que se describe en el capítulo 4. Asimismo no se recogen en este apartado las emisiones procedentes de las antorchas de gases residuales, las cuales se contemplan en el subgrupo 09.02.

De acuerdo con la metodología EMEP/EEA (que actualiza la anterior metodología EMEP/CORINAIR) todas las refinerías son consideradas como focos puntuales; por ello, la información relativa a esta actividad ha sido recabada mediante el envío de encuestas a las refinerías existentes.

1.6.1.- Variables de actividad

La variable de actividad utilizada para estimar las emisiones de las actividades de este subgrupo es el consumo de combustibles que se realiza en las instalaciones de combustión. Los combustibles utilizados son básicamente fuelóleo y gas de refinería, combustibles éstos obtenidos en las propias refinerías. Asimismo se utiliza en menor medida el gasóleo y los gases licuados de petróleo (GLP), así como el gas natural utilizado en las turbinas de gas que se han ido implantando como instalaciones de cogeneración a lo largo de los años. En la tabla 1.6.1 se presentan los consumos de combustibles, tanto en términos de masa como de energía, realizados para cada una de las actividades de este subgrupo.

Tabla 1.6.1.- Consumo de combustibles**01.03.01: Plantas \geq 300 MWt (Calderas)**

| COMBUSTIBLE | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | <i>Toneladas</i> | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 79.308 | 79.949 | 87.042 | 81.060 | 62.507 | 51.115 | 55.107 | 62.615 | 68.781 | 91.140 | 91.345 | 64.467 |
| Gas de refinería | 1.551 | 1.486 | 992 | 729 | 670 | 3.201 | 1.658 | 3.929 | 6.395 | 2.149 | 2.572 | 2.508 |
| | <i>Miles de Gigajulios</i> | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 3.220 | 3.246 | 3.534 | 3.291 | 2.485 | 2.032 | 2.191 | 2.490 | 2.735 | 3.624 | 3.632 | 2.563 |
| Gas de refinería | 81 | 78 | 52 | 38 | 34 | 161 | 83 | 206 | 335 | 112 | 135 | 133 |

| COMBUSTIBLE | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | <i>Toneladas</i> | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 89.121 | 75.394 | 92.027 | 86.834 | 73.717 | 76.250 | 68.496 | 59.138 | 48.540 | 54.253 | 23.605 |
| Gas de refinería | 2.064 | 3.743 | 3.162 | 2.271 | 4.316 | 3.354 | 4.901 | 5.112 | 4.203 | 4.747 | 15.044 |
| | <i>Miles de Gigajulios</i> | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 3.543 | 2.998 | 3.717 | 3.492 | 2.966 | 3.062 | 2.765 | 2.387 | 1.968 | 2.198 | 953 |
| Gas de refinería | 104 | 188 | 172 | 122 | 231 | 176 | 256 | 275 | 218 | 242 | 762 |

Tabla 1.6.1 (Continuación).- Consumo de combustibles

01.03.02: Plantas ≥ 50 y < 300 MWt (Calderas)

| COMBUSTIBLE | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Toneladas | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 728.358 | 764.606 | 754.506 | 654.404 | 718.033 | 697.257 | 718.710 | 722.224 | 721.866 | 706.631 | 664.698 | 601.348 |
| Gasóleo | 8.558 | | | 45 | 23.332 | 32.766 | 4.326 | 67 | 192 | 358 | 57 | 110 |
| Nafta | 4.358 | | | 7.532 | 8.992 | 20.141 | 22.455 | | | 6.262 | 747 | 12.283 |
| Gas natural | 16.610 | 38.853 | 41.836 | 25.762 | 20.916 | 11.836 | 35.558 | 81.729 | 86.323 | 74.655 | 67.975 | 55.906 |
| G.L.P. | | | | | | | | 1.837 | 962 | 420 | | |
| Gas de refinería | 397.269 | 329.448 | 339.758 | 339.051 | 186.670 | 172.604 | 160.413 | 152.613 | 179.953 | 193.827 | 183.545 | 135.374 |
| | Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 29.372 | 30.899 | 30.470 | 26.400 | 28.626 | 27.833 | 28.707 | 28.845 | 28.839 | 28.256 | 26.662 | 24.342 |
| Gasóleo | 369 | | | 2 | 1.006 | 1.413 | 186 | 3 | 8 | 15 | 2 | 5 |
| Nafta | 195 | | | 337 | 402 | 900 | 1.003 | | | 282 | 34 | 553 |
| Gas natural | 820 | 1.917 | 2.065 | 1.271 | 1.032 | 584 | 1.755 | 4.033 | 3.938 | 3.521 | 3.343 | 2.743 |
| G.L.P. | | | | | | | | 84 | 44 | 19 | | |
| Gas de refinería | 18.607 | 15.212 | 15.748 | 16.006 | 8.284 | 7.677 | 7.074 | 6.649 | 8.021 | 8.783 | 8.341 | 5.900 |

| COMBUSTIBLE | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Toneladas | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 545.184 | 491.325 | 520.575 | 408.763 | 422.085 | 439.758 | 385.044 | 322.713 | 271.234 | 175.823 | 77.292 |
| Gasóleo | 216 | 36 | 8 | 142 | 2 | 23 | 2 | | | | |
| Nafta | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | 63.557 | 72.370 | 82.108 | 106.116 | 102.392 | 114.119 | 103.737 | 111.663 | 114.836 | 115.381 | 117.361 |
| G.L.P. | 1.099 | | | | | | | | | | |
| Gas de refinería | 146.297 | 164.554 | 179.913 | 155.081 | 222.815 | 209.403 | 198.353 | 201.327 | 191.968 | 252.677 | 252.315 |
| | Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 22.093 | 20.093 | 21.100 | 16.712 | 17.029 | 17.965 | 15.761 | 13.195 | 11.053 | 7.150 | 3.140 |
| Gasóleo | 9 | 2 | 0 | 6 | 0,1 | 1 | 0,1 | | | | |
| Nafta | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | 3.217 | 3.558 | 4.028 | 5.189 | 5.064 | 5.633 | 5.121 | 5.509 | 5.648 | 5.686 | 5.755 |
| G.L.P. | 50 | | | | | | | | | | |
| Gas de refinería | 6.414 | 7.866 | 8.795 | 7.533 | 10.705 | 9.952 | 9.415 | 9.620 | 9.078 | 12.192 | 12.199 |

Tabla 1.6.1 (Continuación).- Consumo de combustibles**01.03.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)**

| COMBUSTIBLE | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|------------------|----------------------------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | <i>Toneladas</i> | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 97.569 | 92.813 | 94.197 | 111.214 | 100.832 | 93.879 | 82.638 | 79.943 | 79.677 | 92.281 | 85.361 | 80.591 |
| Gasóleo | | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | | | |
| G.L.P. | | | | | | | | | | | | |
| Gas de refinería | 58.393 | 50.066 | 55.095 | 62.226 | 49.848 | 38.539 | 33.224 | 33.025 | 33.978 | 38.309 | 41.292 | 38.896 |
| | <i>Miles de Gigajulios</i> | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 3.943 | 3.768 | 3.805 | 4.493 | 4.081 | 3.795 | 3.340 | 3.225 | 3.220 | 3.727 | 3.452 | 3.240 |
| Gasóleo | | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | | | |
| G.L.P. | | | | | | | | | | | | |
| Gas de refinería | 2.836 | 2.385 | 2.623 | 2.909 | 2.303 | 1.726 | 1.505 | 1.503 | 1.551 | 1.767 | 1.901 | 1.821 |

| COMBUSTIBLE | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | <i>Toneladas</i> | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 70.139 | 73.542 | 71.708 | 61.680 | 44.742 | 54.483 | 49.967 | 43.690 | 31.285 | 31.084 | 29.500 |
| Gasóleo | | 442 | | | | 195 | | | | 148 | 89 |
| Gas natural | | | | 523 | 1.739 | 2.013 | 2.420 | 2.518 | 1.595 | 656 | 495 |
| G.L.P. | | 403 | | | | 862 | | | | | |
| Gas de refinería | 37.179 | 30.920 | 40.209 | 36.218 | 32.513 | 24.167 | 35.252 | 30.433 | 13.759 | 9.348 | 13.090 |
| | <i>Miles de Gigajulios</i> | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 2.840 | 2.970 | 2.940 | 2.515 | 1.829 | 2.214 | 2.038 | 1.783 | 1.290 | 1.283 | 1.214 |
| Gasóleo | | 19 | | | | 8 | | | | 6 | 4 |
| Gas natural | | | | 26 | 86 | 99 | 118 | 122 | 78 | 32 | 24 |
| G.L.P. | | 18 | | | | 38 | | | | | |
| Gas de refinería | 1.764 | 1.383 | 1.809 | 1.607 | 1.458 | 1.121 | 1.580 | 1.400 | 672 | 430 | 628 |

Tabla 1.6.1 (Continuación).- Consumo de combustibles**01.03.04: Turbinas de gas**

| COMBUSTIBLE | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|----------------------------|------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <i>Toneladas</i> | | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | | | | 20.087 | | | | 650 | 26 | 195 | 68 | |
| Gasóleo | | | | 17.429 | 167.457 | 160.213 | 182.434 | 70.556 | 69.991 | 91.809 | 41.018 | 193.984 |
| Queroseno | | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | 8.103 | 9.582 | 20.393 | 109.479 | 150.598 | 136.513 | 151.269 | 154.352 |
| G.L.P. | | | | | 108.673 | 82.438 | 93.678 | 59.366 | 30.054 | 10.402 | 8.523 | 3.767 |
| Gas de refinería | | 37.503 | 143.400 | 184.335 | 353.573 | 384.923 | 451.837 | 508.229 | 502.762 | 481.590 | 478.847 | 503.907 |
| <i>Miles de Gigajulios</i> | | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | | | | 816 | | | | 27 | 1 | 8 | 3 | |
| Gasóleo | | | | 744 | 7.010 | 6.707 | 7.658 | 2.969 | 2.944 | 3.861 | 1.726 | 8.137 |
| Queroseno | | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | 424 | 500 | 1.034 | 5.319 | 7.112 | 6.510 | 7.302 | 7.403 |
| G.L.P. | | | | | 4.993 | 3.799 | 4.322 | 2.739 | 1.385 | 475 | 389 | 172 |
| Gas de refinería | | 1.884 | 7.096 | 9.115 | 16.874 | 18.556 | 21.572 | 23.912 | 23.560 | 22.679 | 22.900 | 23.668 |

| COMBUSTIBLE | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| <i>Toneladas</i> | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | 141.059 | 111.937 | 46.621 | 46.756 | 58.184 | 5.756 | 26.780 | 23.537 | 14.527 | 21.555 | 15.788 |
| Queroseno | | 3.967 | 3.010 | 520 | 37 | 846 | 2.464 | 6 | 41 | | |
| Gas natural | 240.269 | 302.496 | 377.967 | 372.906 | 304.168 | 387.460 | 468.632 | 490.641 | 609.509 | 802.153 | 1.006.724 |
| G.L.P. | 2.012 | 2.249 | 1.164 | 3.704 | 4.587 | 10.070 | 242 | 388 | 3.074 | 81 | 11 |
| Gas de refinería | 473.478 | 418.139 | 381.831 | 378.309 | 415.821 | 346.215 | 319.937 | 310.377 | 243.839 | 197.351 | 196.870 |
| <i>Miles de Gigajulios</i> | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | 5.943 | 4.701 | 1.971 | 1.975 | 2.449 | 244 | 1.127 | 1.004 | 620 | 919 | 678 |
| Queroseno | | 172 | 129 | 22 | 2 | 36 | 105 | 0 | 2 | | |
| Gas natural | 11.598 | 14.840 | 18.249 | 17.982 | 14.765 | 18.868 | 22.780 | 23.725 | 29.354 | 38.910 | 48.703 |
| G.L.P. | 93 | 103 | 54 | 172 | 206 | 465 | 11 | 18 | 142 | 4 | 1 |
| Gas de refinería | 22.388 | 20.223 | 18.496 | 18.080 | 19.708 | 16.720 | 15.105 | 14.602 | 11.771 | 9.414 | 9.513 |

Tabla 1.6.1 (Continuación).- Consumo de combustibles**01.03.06: Hornos de proceso sin contacto en refinерías**

| COMBUSTIBLE | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Toneladas | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 973.091 | 1.007.667 | 1.115.576 | 1.148.634 | 1.153.532 | 1.181.093 | 1.231.989 | 1.324.041 | 1.294.139 | 1.293.818 | 1.353.780 | 1.340.169 |
| Gasóleo | | | | | | | | | | | | 2.090 |
| Gas natural | | | | | | | | | | 15.367 | 31.161 | |
| G.L.P. | | | | | | | | 2.911 | 1.524 | 668 | | |
| Off-gas | | | | | | | | | | | | |
| Gas de refinерía | 1.216.832 | 1.181.318 | 1.151.683 | 1.079.614 | 1.208.284 | 1.220.239 | 1.183.704 | 1.246.768 | 1.157.823 | 1.183.365 | 1.217.139 | 1.260.371 |
| Gas de purga | | | | | | | | | | | 5.181 | 15.990 |
| | Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 38.934 | 40.514 | 44.768 | 46.006 | 46.125 | 47.318 | 49.408 | 53.032 | 51.822 | 51.875 | 54.410 | 53.977 |
| Gasóleo | | | | | | | | | | | | 89 |
| Gas natural | | | | | | | | | | 730 | 1.480 | |
| G.L.P. | | | | | | | | 133 | 70 | 30 | | |
| Off-gas | | | | | | | | | | | | |
| Gas de refinерía | 57.868 | 56.146 | 54.465 | 51.980 | 57.940 | 59.238 | 57.150 | 60.001 | 55.866 | 57.107 | 59.058 | 60.323 |
| Gas de purga | | | | | | | | | | | 40 | 175 |

| COMBUSTIBLE | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Toneladas | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 1.322.644 | 1.280.230 | 1.305.166 | 1.256.962 | 1.273.425 | 1.249.790 | 1.186.304 | 977.453 | 832.911 | 613.308 | 397.741 |
| Gasóleo | | 17 | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | 1.368 | 1.263 | 2.058 | 3.241 | 5.441 | 5.874 | 22.818 | 32.610 | 20.640 |
| G.L.P. | 2.505 | 514 | | | | 187 | | | 9 | | 883 |
| Off-gas | | | | | | | DC | | DC | DC | DC |
| Gas de refinерía | 1.215.108 | 1.273.406 | 1.437.672 | 1.501.427 | 1.453.515 | 1.507.767 | 1.460.200 | 1.488.319 | 1.588.018 | 1.830.179 | 2.198.720 |
| Gas de purga | 19.419 | 37.789 | 74.353 | 131.514 | 91.587 | 94.511 | 102.205 | 110.139 | 88.718 | 106.875 | 102.452 |
| | Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | 53.561 | 52.063 | 53.115 | 51.148 | 51.673 | 50.845 | 48.378 | 39.771 | 33.852 | 24.906 | 16.148 |
| Gasóleo | | 1 | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | 69 | 62 | 101 | 158 | 264 | 282 | 1.116 | 1.597 | 1.009 |
| G.L.P. | 114 | 23 | | | | 8 | | | 0 | | 40 |
| Off-gas | | | | | | | DC | | DC | DC | DC |
| Gas de refinерía | 58.009 | 62.107 | 71.005 | 72.897 | 70.211 | 73.648 | 70.513 | 72.579 | 77.901 | 89.354 | 107.435 |
| Gas de purga | 235 | 485 | 760 | 1.390 | 1.032 | 1.062 | 1.091 | 1.045 | 884 | 1.233 | 1.107 |

DC = Dato Confidencial

Dado que los combustibles utilizados, salvo el gas natural, se producen en las propias refinerías las características físico-químicas de los mismos varían de un centro a otro, e incluso de un año a otro en una misma refinería. En la tabla 1.6.2 se muestran los rangos de variación de los combustibles utilizados a lo largo del periodo inventariado.

Tabla 1.6.2.- Características de los combustibles

| COMBUSTIBLE | % AZUFRE | % CARBONO | PCI | |
|----------------------|--------------|--------------|-----------------|---------------|
| | | | kcal/kg | GJ/t |
| FUELÓLEO | 0,035 – 4,49 | 82,9 – 90,4 | 9.285 – 10.063 | 38,86 – 42,12 |
| GASÓLEO | 0 – 0,87 | 82,7 – 87,5 | 9.500 – 10.501 | 39,76 – 43,95 |
| QUEROSENO | 0,035 – 0,3 | 84,8 – 86,48 | 10.223 – 10.584 | 42,79 – 44,30 |
| NAFTA | 0 | | 10.675 – 10.749 | 44,68 – 44,99 |
| GAS NATURAL | 0 – 0,1 | 69,3 – 78,5 | 10.680 – 12.493 | 44,70 – 52,29 |
| GLP | DC | DC | DC | DC |
| OFF-GAS/GAS RESIDUAL | 0 – 0,29 | 0,07 – 33,7 | 64 – 2.694 | 0,27 – 11,28 |
| GAS DE REFINERÍA | 0 – 10,58 | 42,6 – 87,77 | 7.118 – 14.060 | 29,80 – 58,85 |
| GAS DE PURGA | | | | |

Para el gas de purga no se presentan en la tabla características dado el amplio rango de variación existente entre las características de este gas, y del que además se carece de información sobre sus características para algunas refinerías.

DC = Dato Confidencial

Los rangos de valores de las características correspondientes al gas de refinería son como puede verse en la tabla muy amplios, reflejando la gran variabilidad existente en la composición de este tipo de combustible de unas refinerías a otras, e incluso en una misma refinería, a lo largo de los años.

1.6.2.- Factores de emisión

En cuanto a los factores de emisión se van a distinguir dos grandes categorías de instalaciones. Por un lado aquéllas que no son específicas de las plantas de refino sino que son comunes a las plantas del sector de producción y transformación energética, tales como calderas, turbinas de gas y motores estacionarios. Por otro lado los hornos de proceso sin contacto que son específicos de las plantas de refino. Seguidamente se trata cada una de estas dos categorías por separado.

Calderas, turbinas de gas y motores estacionarios (actividades 01.03.01-05)

Para el bloque de acidificadores, precursores de ozono y gases de efecto invernadero, se ha hecho un tratamiento diferenciado para el SO_x, ya que se ha contado generalmente con información sobre concentraciones en los gases de salida y sobre las emisiones estimadas facilitadas por las propias plantas. En menor medida se ha dispuesto también de este tipo de información para el NO_x, y puntualmente se han facilitado emisiones de otros contaminantes (CO y CO₂). Es por ello que, sólo en aquellos casos en los que se carecía de esta información, se ha recurrido a los métodos de estimación referidos en el epígrafe 1.3. Como consecuencia, en la tabla 1.6.3 se muestra la información sobre factores de emisión por defecto para todos los contaminantes con la excepción del SO_x, para el que en todo caso se puede obtener un factor por defecto utilizando las metodologías reseñadas en el citado epígrafe 1.3. Asimismo, para el CO₂ se han obtenido factores de emisión específicos por tipo de combustible para cada refinería cuando se ha podido disponer de la información

sobre las características (contenido de carbono) de los combustibles utilizados en cada una de ellas, utilizándose en otro caso factores de emisión por defecto.

Los factores de emisión por defecto para metales pesados, que se muestran en la tabla 1.6.3, se han tomado de los propuestos en las tablas de referencia del Libro Guía EMEP/CORINAIR, donde tan sólo se muestran factores de emisión para el fuelóleo y el gas natural, utilizando como técnica de combustión DBB con control de partículas.

Por lo que a las partículas se refiere, se ha dispuesto para algunas refinerías de información sobre emisiones medidas o estimadas de PST por las propias plantas. Es por ello por lo que sólo en aquellos casos en los que no se disponía de esta información se han utilizado para estimar las emisiones los factores de emisión propuestos por CEPMEIP para la combustión en refinerías. En los casos en que se disponía de emisiones medidas de PST se ha realizado una estimación de las emisiones de $PM_{2,5}$ y PM_{10} aplicando a la emisión de PST los ratios derivados de la información sobre factores de emisión propuestos por CEPMEIP de relación entre emisiones de $PM_{2,5}$ y PM_{10} con respecto a PST.

En cuanto a los contaminantes orgánicos persistentes, sólo se han considerado significativas las emisiones de dioxinas y furanos (DIOX). La información, expresada en términos de unidades internacionales de toxicidad equivalente (I-Teq), procede de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995), véase bibliografía, habiéndose seleccionado de la columna correspondiente a máxima reducción de emisiones por aplicación de técnicas de control.

Hornos de proceso (actividad 01.03.06)

Se pueden aplicar los mismos comentarios efectuados más arriba para las calderas, turbinas y motores, con la particularidad de que para los acidificadores, precursores de ozono y gases de efecto invernadero, el Libro Guía EMEP/CORINAIR presenta factores de emisión específicos para los hornos de proceso en refinerías, habiéndose elegido valores medios de entre los rangos propuestos.

Para los metales pesados, el Libro Guía EMEP/CORINAIR propone específicamente factores de emisión en los hornos de proceso para el gas de refinería, mientras que para el fuelóleo se indica que se utilicen factores genéricos de combustión.

En cuanto a las partículas se aplica el mismo comentario efectuado más arriba para las calderas, turbinas y motores.

Tabla 1.6.3.- Factores de emisión**01.03.01: Plantas \geq 300 MWt (Calderas)**

| COMBUS TIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------------------|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | 190 | 10 | 0,7 | 15 | 76 (76 - 78,14) | 1,5 | | | | |
| Gas de refinería | | 140 | 25 | 1 | 10 | 60 (46,6 - 60) | 1,5 | | | | |

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

API Compendium para el N₂O del fuelóleo (“Uncontrolled residual oil – fired boilers and heaters”)

Para el CO₂ se reseña el factor de emisión por defecto y el rango de variación de los factores de las refinерías que se han derivado de las características específicas de sus combustibles (contenido de carbono, PCI), cuando se ha dispuesto de información sobre las mismas.

| COMBUS TIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | As (mg/t) | Cd (mg/t) | Cr (mg/t) | Cu (mg/t) | Hg (mg/t) | Ni (mg/t) | Pb (mg/t) | Se (mg/t) | Zn (mg/t) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Fuelóleo | 500 | 1.000 | 2.500 | 1.000 | 1.000 | 35.000 | 1.300 | 1.000 | 1.000 | 35/D | 40/D | 50/D |
| Gas de refinería | | | | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |

Fuente: Metales pesados: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tabla 31; Partículas. CEPMEIP.

| COMBUS TIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCB (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/GJ) | PCB (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | | | | | | | | 100 | | |
| Gas de refinería | | | | | | | | | | | |

Fuente: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1.

01.03.02: Plantas \geq 50 y < 300 MWt (Calderas)

| COMBUS TIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------------------|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | 180 | 10 | 0,7 | 15 | 76 (75,1 - 79,8) | 1,5 | | | | |
| Gasóleo | | 70 | 15 | 1,7 | 10 | 73 (71,6 – 73) | 0,7 | | | | |
| Nafta | | 160 | 3 | 3 | 15 | 72,6 | 2,5 | | | | |
| Gas natural | | 62 | 5 | 1,4 | 10 | 56 (54,5 – 56,9) | 0,9 | | | | |
| G.L.P. | | 62 | 2,1 | 0,9 | 10 | 65 | 2,5 | | | | |
| Gas de refinería | | 140 | 25 | 1 | 10 | 60 (46,9 – 66,2) | 1,5 | | | | |

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

API Compendium para el N₂O del fuelóleo (“Uncontrolled residual oil – fired boilers and heaters”) y del gasóleo (“Uncontrolled distillate-fired boilers and heaters”)

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

Para el CO₂ se reseña el factor de emisión por defecto y el rango de variación de los factores de las refinерías que se han derivado de las características específicas de sus combustibles (contenido de carbono, PCI), cuando se ha dispuesto de información sobre las mismas.

| COMBUS TIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | As (mg/t) | Cd (mg/t) | Cr (mg/t) | Cu (mg/t) | Hg (mg/t) | Ni (mg/t) | Pb (mg/t) | Se (mg/t) | Zn (mg/t) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Fuelóleo | 500 | 1.000 | 2.500 | 1.000 | 1.000 | 35.000 | 1.300 | 1.000 | 1.000 | 35/D | 40/D | 50/D |
| Gasóleo | | | | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |
| Nafta | | | | | | | | | | n.d. | n.d. | n.d. |
| Gas natural | | | | | 0,1 (1) | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |
| G.L.P. | | | | | | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |
| Gas de refinería | | | | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |

Fuente: Metales pesados: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tabla 31; Partículas. CEPMEIP.

n.d.: no disponible

(1) En mg/GJ

Tabla 1.6.3.- Factores de emisión (Continuación)**01.03.02: Plantas ≥ 50 y < 300 MWt (Calderas) (Continuación)**

| COMBUS TIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCB (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/GJ) | PCB (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | | | | | | | | 100 | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | 20 | | |
| Nafta | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | | |
| G.L.P. | | | | | | | | | | | |
| Gas de refinería | | | | | | | | | | | |

Fuente: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1.

01.03.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)

| COMBUS TIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------------------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | 180 | 10 | 0,7 | 15 | 76 (71,9 - 80,1) | 1,5 | | | | |
| Gasóleo | | 70 | 15 | 1,7 | 10 | 73 (73,2 - 78,8) | 0,7 | | | | |
| Gas natural | | 62 | 5 | 1,4 | 10 | 56 | 0,9 | | | | |
| G.L.P. | | 62 | 2,1 | 0,9 | 10 | 65 (60,5 - 64,2) | 2,5 | | | | |
| Gas de refinería | | 140 | 25 | 1 | 10 | 60 (46,9 - 67,0) | 1,5 | | | | |

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

API Compendium para el N₂O del fuelóleo ("Uncontrolled residual oil – fired boilers and heaters") y del gasóleo ("Uncontrolled destillate-fired boilers and heaters")CITEPA, para el N₂O de los GLP

Para el CO₂ se reseña el factor de emisión por defecto y el rango de variación de los factores de las refinerías que se han derivado de las características específicas de sus combustibles (contenido de carbono, PCI), cuando se ha dispuesto de información sobre las mismas.

| COMBUS TIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (mg/t) | Cd (mg/t) | Cr (mg/t) | Cu (mg/t) | Hg (mg/t) | Ni (mg/t) | Pb (mg/t) | Se (mg/t) | Zn (mg/t) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Fuelóleo | 500 | 1.000 | 2.500 | 1.000 | 1.000 | 35.000 | 1.300 | 1.000 | 1.000 | 35/D | 40/D | 50/D |
| Gasóleo | | | | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |
| Gas natural | | | | | 0,1 (1) | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |
| G.L.P. | | | | | | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |
| Gas de refinería | | | | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |

Fuente: Metales pesados: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tabla 31; Partículas. CEPMEIP.

(1) En mg/GJ

| COMBUS TIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCB (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/GJ) | PCB (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | | | | | | | | 100 | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | 20 | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | | |
| G.L.P. | | | | | | | | | | | |
| Gas de refinería | | | | | | | | | | | |

Fuente: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1.

Tabla 1.6.3 (Continuación).- Factores de emisión**01.03.04: Turbinas de gas**

| COMBUS TIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------------------|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | 250 | 3 | 3 | 12,5 | ⁷⁶ (71,9 - 76) | 1,75 | | | | |
| Gasóleo | | 350 120 | 2 | 4 | 15 | ⁷³ (69,8 - 76,4) | 1,85 | | | | |
| Queroseno | | 120 | 1 | 1 | 12 | ⁷³ (70,8 - 72,9) | 2,5 | | | | |
| Gas natural | | 188 | 4 | 4 | 10 | ⁵⁶ (51,8 - 57,5) | 1,3 | | | | |
| G.L.P. | | 120 | 1 | 1 | 13 | ⁶⁵ (60,5 - 65) | 2,5 | | | | |
| Gas de refinería | | 150 | 2,5 | 2 | 2 | ⁶⁰ (41,6 - 67,0) | 3 | | | | |

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

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

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

Gasóleo: NO_x = 350 g/GJ (sin especificar modo de combustión); 120 g/GJ (moderno, con pre-mezclado)

Si hay quemador de baja emisión de NO_x se reduce el factor de emisión en un 20%

Para el CO₂ se reseña el factor de emisión por defecto y el rango de variación de los factores de las refinerías que se han derivado de las características específicas de sus combustibles (contenido de carbono, PCI), cuando se ha dispuesto de información sobre las mismas.

| COMBUS TIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | As (mg/t) | Cd (mg/t) | Cr (mg/t) | Cu (mg/t) | Hg (mg/t) | Ni (mg/t) | Pb (mg/t) | Se (mg/t) | Zn (mg/t) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Fuelóleo | 500 | 1.000 | 2.500 | 1.000 | 1.000 | 35.000 | 1.300 | 1.000 | 1.000 | 35/D | 40/D | 50/D |
| Gasóleo | | | | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |
| Queroseno | | | | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |
| Gas natural | | | | | 0,1 (1) | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |
| G.L.P. | | | | | | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |
| Gas de refinería | | | | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |

Fuente: Metales pesados: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tabla 31; Partículas. CEPMEIP.

(1) En mg/GJ

| COMBUS TIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCB (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/GJ) | PCB (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | | | | | | | | 100 | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | 20 | | |
| Queroseno | | | | | | | | | 200 | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | | |
| G.L.P. | | | | | | | | | | | |
| Gas de refinería | | | | | | | | | | | |

Fuente: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1.

Tabla 1.6.3 (Continuación).- Factores de emisión

01.03.06: Hornos de proceso sin contacto en refinерías

| COMBUSTIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------------------|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | 150 | 4,25 | 1,75 | 20 | 76 (71,9 – 82) | 1,75 | | | | |
| Gasóleo | | 70 | 15 | 1,7 | 10 | 73 (73 - 73,3) | 0,7 | | | | |
| Gas natural | | 62 | 5 | 1,4 | 10 | 56 (54,7 – 56,9) | 2,5 | | | | |
| G.L.P. | | 62 | 14 | 6 | 45 | 64 (60,5 – 65) | 2,5 | | | | |
| Off-gas | | 100 | 3,5 | 1,5 | 15 | 9,5 - 133,9 | 1,5 | | | | |
| Gas de refinерía | | 100 | 3,5 | 1,5 | 15 | 60 (46,3 – 71,7) | 1,5 | | | | |
| Gas de purga | | | | | | | | | | | |

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

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

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

Si hay quemador de baja emisión de NO_x se reduce el factor de emisión en un 20%

Para el off-gas, los factores de emisión se han asimilado a los del gas de refinерía.

Los factores del gas de purga están pendientes de identificación en función de la caracterización precisa de la composición de este tipo de combustible.

Para el CO₂ se reseña el factor de emisión por defecto y el rango de variación de los factores de las refinерías que se han derivado de las características específicas de sus combustibles (contenido de carbono, PCI), cuando se ha dispuesto de información sobre las mismas.

| COMBUSTIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | As (mg/t) | Cd (mg/t) | Cr (mg/t) | Cu (mg/t) | Hg (mg/t) | Ni (mg/t) | Pb (mg/t) | Se (mg/t) | Zn (mg/t) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Fuelóleo | 500 | 1.000 | 2.500 | 1.000 | 1.000 | 35.000 | 1.300 | 1.000 | 1.000 | 35/D | 40/D | 50/D |
| Gasóleo | | | | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |
| Gas natural | | | | | 0,1 (2) | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |
| G.L.P. | | | | | | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |
| Gas de refinерía | 0,03 (1) | 0,01 (1) | 0,10 (1) | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |
| Off-gas | 0,03 (1) | 0,01 (1) | 0,10 (1) | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |
| Gas de purga | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Metales pesados: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, Tabla 31 y Capítulo 136, Tabla 7; Partículas. CEPMEIP.

Para el off-gas, los factores de emisión se han asimilado a los del gas de refinерía.

Los factores del gas de purga están pendientes de identificación en función de la caracterización precisa de la composición de este tipo de combustible.

(1) Para el gas de refinерía y el off-gas los factores de emisión están expresados en mg/GJ

(2) En mg/GJ

| COMBUSTIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCB (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/GJ) | PCB (mg/GJ) |
| Fuelóleo | | | | | | | | | 100 | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | 20 | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | | |
| G.L.P. | | | | | | | | | | | |
| Gas de refinерía | | | | | | | | | | | |
| Off-gas | | | | | | | | | | | |
| Gas de purga | | | | | | | | | | | |

Fuente: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1.

1.6.3.- Emisiones

En concordancia con lo ya comentado respecto a las variables de actividad y factores de emisión los resultados sobre emisiones estimadas se han derivado conforme al siguiente orden de prioridades:

- 1) A partir de datos directos facilitados por las plantas, cuando tal información estaba disponible, principalmente para el caso del SO₂, en menor medida para el NO_x y las partículas totales (PST), y puntualmente para el CO y CO₂.
- 2) Utilizando información individualizada a partir de los cuestionarios cumplimentados por las plantas sobre las variables de actividad (cantidades y características de los combustibles) así como de los modos de combustión y técnicas de reducción de emisiones.
- 3) Procedimiento genérico de factor de emisión para aquellas plantas y/o grupos de los que no se disponía de información de cuestionario pero sí se contaba con datos sobre variables de actividad.

A continuación se presenta en la tabla 1.6.4 la información sobre las emisiones estimadas desglosadas para cada una de las actividades de la nomenclatura SNAP correspondientes a este subgrupo.

Tabla 1.6.4.- Emisiones

01.03.01: Plantas ≥ 300 MWt (Calderas)

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | 4.603 | 623 | 34 | 2 | 49 | 250 | 5 | | | | |
| 1991 | 4.491 | 628 | 34 | 2 | 49 | 251 | 5 | | | | |
| 1992 | 5.579 | 679 | 37 | 3 | 54 | 272 | 5 | | | | |
| 1993 | 5.194 | 646 | 34 | 2 | 244 | 252 | 5 | | | | |
| 1994 | 2.952 | 477 | 26 | 2 | 38 | 191 | 4 | | | | |
| 1995 | 2.360 | 409 | 24 | 2 | 32 | 164 | 3 | | | | |
| 1996 | 2.367 | 428 | 24 | 2 | 34 | 172 | 3 | | | | |
| 1997 | 2.910 | 502 | 30 | 2 | 39 | 202 | 4 | | | | |
| 1998 | 3.391 | 566 | 36 | 2 | 44 | 228 | 5 | | | | |
| 1999 | 3.676 | 704 | 39 | 3 | 55 | 282 | 6 | | | | |
| 2000 | 3.738 | 709 | 40 | 3 | 56 | 284 | 6 | | | | |
| 2001 | 2.000 | 508 | 28 | 2 | 40 | 203 | 4 | | | | |
| 2002 | 3.452 | 688 | 38 | 3 | 54 | 276 | 5 | | | | |
| 2003 | 3.053 | 596 | 35 | 2 | 47 | 239 | 5 | | | | |
| 2004 | 3.700 | 677 | 58 | 3 | 52 | 291 | 6 | | | | |
| 2005 | 3.237 | 680 | 38 | 3 | 54 | 272 | 5 | | | | |
| 2006 | 2.915 | 596 | 35 | 2 | 47 | 241 | 5 | | | | |
| 2007 | 2.839 | 607 | 35 | 2 | 48 | 247 | 5 | | | | |
| 2008 | 1.866 | 561 | 34 | 2 | 44 | 228 | 5 | | | | |
| 2009 | 1.662 | 492 | 31 | 2 | 39 | 199 | 4 | | | | |
| 2010 | 1.161 | 404 | 25 | 2 | 32 | 164 | 3 | | | | |
| 2011 | 1.426 | 451 | 28 | 2 | 35 | 181 | 4 | | | | |
| 2012 | 743 | 288 | 29 | 1 | 22 | 113 | 3 | | | | |

Tabla 1.6.4.- Emisiones (Continuación)

01.03.01: Plantas \geq 300 MWt (Calderas)

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2,5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | 39 | 79 | 196 | 79 | 79 | 2.749 | 102 | 79 | 79 | | | |
| 1991 | 40 | 79 | 198 | 79 | 79 | 2.771 | 103 | 79 | 79 | | | |
| 1992 | 43 | 86 | 216 | 86 | 86 | 3.017 | 112 | 86 | 86 | | | |
| 1993 | 40 | 80 | 201 | 80 | 80 | 2.810 | 104 | 80 | 80 | | | |
| 1994 | 30 | 61 | 152 | 61 | 61 | 2.122 | 79 | 61 | 61 | | | |
| 1995 | 25 | 50 | 124 | 50 | 50 | 1.735 | 64 | 50 | 50 | | | |
| 1996 | 27 | 53 | 134 | 53 | 53 | 1.871 | 69 | 53 | 53 | | | |
| 1997 | 30 | 61 | 152 | 61 | 61 | 2.125 | 79 | 61 | 61 | | | |
| 1998 | 33 | 67 | 167 | 67 | 67 | 2.335 | 87 | 67 | 67 | | | |
| 1999 | 44 | 88 | 221 | 88 | 88 | 3.094 | 115 | 88 | 88 | | | |
| 2000 | 44 | 89 | 222 | 89 | 89 | 3.101 | 115 | 89 | 89 | 128 | 146 | 182 |
| 2001 | 32 | 63 | 159 | 63 | 63 | 2.220 | 82 | 63 | 63 | 90 | 103 | 129 |
| 2002 | 43 | 86 | 216 | 86 | 86 | 3.025 | 112 | 86 | 86 | 125 | 142 | 178 |
| 2003 | 38 | 75 | 188 | 75 | 75 | 2.639 | 98 | 75 | 75 | 106 | 121 | 151 |
| 2004 | 33 | 65 | 164 | 65 | 65 | 2.290 | 85 | 65 | 65 | 99 | 112 | 138 |
| 2005 | 43 | 87 | 217 | 87 | 87 | 3.039 | 113 | 87 | 87 | 123 | 140 | 175 |
| 2006 | 37 | 74 | 184 | 74 | 74 | 2.580 | 96 | 74 | 74 | 105 | 120 | 149 |
| 2007 | 38 | 76 | 191 | 76 | 76 | 2.669 | 99 | 76 | 76 | 108 | 123 | 154 |
| 2008 | 34 | 68 | 171 | 68 | 68 | 2.397 | 89 | 68 | 68 | 98 | 112 | 140 |
| 2009 | 30 | 59 | 148 | 59 | 59 | 2.070 | 77 | 59 | 59 | 85 | 97 | 121 |
| 2010 | 24 | 49 | 121 | 49 | 49 | 1.699 | 63 | 49 | 49 | 70 | 80 | 99 |
| 2011 | 27 | 54 | 136 | 54 | 54 | 1.899 | 71 | 54 | 54 | 78 | 89 | 111 |
| 2012 | 12 | 24 | 59 | 24 | 24 | 826 | 31 | 24 | 24 | 37 | 42 | 51 |

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | 0,008 | | |
| 1991 | | | | | | | | | 0,008 | | |
| 1992 | | | | | | | | | 0,009 | | |
| 1993 | | | | | | | | | 0,008 | | |
| 1994 | | | | | | | | | 0,006 | | |
| 1995 | | | | | | | | | 0,005 | | |
| 1996 | | | | | | | | | 0,005 | | |
| 1997 | | | | | | | | | 0,006 | | |
| 1998 | | | | | | | | | 0,007 | | |
| 1999 | | | | | | | | | 0,009 | | |
| 2000 | | | | | | | | | 0,009 | | |
| 2001 | | | | | | | | | 0,006 | | |
| 2002 | | | | | | | | | 0,009 | | |
| 2003 | | | | | | | | | 0,008 | | |
| 2004 | | | | | | | | | 0,007 | | |
| 2005 | | | | | | | | | 0,009 | | |
| 2006 | | | | | | | | | 0,007 | | |
| 2007 | | | | | | | | | 0,008 | | |
| 2008 | | | | | | | | | 0,007 | | |
| 2009 | | | | | | | | | 0,006 | | |
| 2010 | | | | | | | | | 0,005 | | |
| 2011 | | | | | | | | | 0,005 | | |
| 2012 | | | | | | | | | 0,002 | | |

Tabla 1.6.4.- Emisiones (Continuación)

01.03.02: Plantas ≥ 50 y < 300 MWt (Calderas)

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | 46.729 | 7.970 | 769 | 41 | 968 | 3.511 | 73 | | | | |
| 1991 | 51.584 | 7.378 | 699 | 40 | 773 | 3.330 | 71 | | | | |
| 1992 | 47.566 | 7.392 | 709 | 40 | 752 | 3.317 | 71 | | | | |
| 1993 | 44.450 | 7.244 | 672 | 37 | 860 | 3.077 | 66 | | | | |
| 1994 | 44.842 | 7.142 | 515 | 33 | 539 | 2.833 | 58 | | | | |
| 1995 | 40.768 | 6.773 | 497 | 33 | 528 | 2.777 | 57 | | | | |
| 1996 | 45.008 | 6.840 | 478 | 33 | 536 | 2.791 | 58 | | | | |
| 1997 | 46.469 | 5.636 | 475 | 33 | 540 | 2.823 | 57 | | | | |
| 1998 | 43.937 | 6.116 | 509 | 34 | 553 | 2.897 | 59 | | | | |
| 1999 | 40.300 | 6.121 | 520 | 34 | 552 | 2.895 | 59 | | | | |
| 2000 | 33.567 | 5.916 | 492 | 32 | 517 | 2.717 | 56 | | | | |
| 2001 | 28.963 | 5.732 | 406 | 28 | 460 | 2.408 | 49 | | | | |
| 2002 | 22.403 | 5.308 | 398 | 26 | 514 | 2.267 | 46 | | | | |
| 2003 | 18.650 | 5.251 | 415 | 27 | 401 | 2.178 | 45 | | | | |
| 2004 | 19.598 | 4.926 | 451 | 29 | 448 | 2.329 | 48 | | | | |
| 2005 | 14.415 | 4.189 | 382 | 26 | 367 | 1.996 | 41 | | | | |
| 2006 | 15.231 | 4.351 | 462 | 30 | 397 | 2.215 | 46 | | | | |
| 2007 | 14.028 | 4.244 | 457 | 30 | 382 | 2.245 | 47 | | | | |
| 2008 | 9.755 | 3.331 | 419 | 28 | 353 | 2.022 | 42 | | | | |
| 2009 | 8.368 | 3.208 | 400 | 27 | 293 | 1.856 | 39 | | | | |
| 2010 | 7.707 | 2.725 | 366 | 25 | 281 | 1.661 | 35 | | | | |
| 2011 | 4.531 | 2.531 | 405 | 25 | 256 | 1.544 | 34 | | | | |
| 2012 | 1.940 | 1.587 | 363 | 22 | 200 | 1.230 | 28 | | | | |

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2.5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | 358 | 717 | 1.792 | 717 | 717 | 25.075 | 931 | 717 | 717 | | | |
| 1991 | 377 | 754 | 1.885 | 754 | 754 | 26.379 | 980 | 754 | 754 | | | |
| 1992 | 372 | 744 | 1.859 | 744 | 744 | 26.013 | 966 | 744 | 744 | | | |
| 1993 | 322 | 644 | 1.610 | 644 | 644 | 22.538 | 837 | 644 | 644 | | | |
| 1994 | 349 | 698 | 1.746 | 698 | 699 | 24.438 | 907 | 698 | 698 | | | |
| 1995 | 340 | 679 | 1.698 | 679 | 679 | 23.761 | 882 | 679 | 679 | | | |
| 1996 | 350 | 700 | 1.751 | 700 | 701 | 24.508 | 910 | 700 | 700 | | | |
| 1997 | 352 | 704 | 1.760 | 704 | 704 | 24.625 | 914 | 704 | 704 | | | |
| 1998 | 352 | 704 | 1.759 | 704 | 704 | 24.619 | 914 | 704 | 704 | | | |
| 1999 | 346 | 691 | 1.728 | 691 | 691 | 24.181 | 898 | 691 | 691 | | | |
| 2000 | 325 | 650 | 1.626 | 650 | 651 | 22.761 | 845 | 650 | 650 | 918 | 1.044 | 1.295 |
| 2001 | 297 | 594 | 1.485 | 594 | 594 | 20.781 | 772 | 594 | 594 | 792 | 901 | 1.120 |
| 2002 | 270 | 539 | 1.348 | 539 | 539 | 18.861 | 700 | 539 | 539 | 699 | 795 | 988 |
| 2003 | 246 | 491 | 1.228 | 491 | 492 | 17.196 | 639 | 491 | 491 | 657 | 746 | 924 |
| 2004 | 260 | 521 | 1.301 | 521 | 521 | 18.220 | 677 | 521 | 521 | 715 | 811 | 1.003 |
| 2005 | 204 | 409 | 1.022 | 409 | 409 | 14.307 | 531 | 409 | 409 | 601 | 679 | 835 |
| 2006 | 209 | 417 | 1.042 | 417 | 417 | 14.589 | 542 | 417 | 417 | 639 | 720 | 882 |
| 2007 | 220 | 440 | 1.099 | 440 | 440 | 15.392 | 572 | 440 | 440 | 633 | 718 | 887 |
| 2008 | 193 | 385 | 963 | 385 | 386 | 13.477 | 501 | 385 | 385 | 563 | 638 | 788 |
| 2009 | 161 | 323 | 807 | 323 | 323 | 11.295 | 420 | 323 | 323 | 455 | 514 | 631 |
| 2010 | 136 | 271 | 678 | 271 | 272 | 9.493 | 353 | 271 | 271 | 379 | 428 | 526 |
| 2011 | 88 | 176 | 440 | 176 | 176 | 6.154 | 229 | 176 | 176 | 275 | 306 | 369 |
| 2012 | 39 | 77 | 193 | 77 | 78 | 2.705 | 100 | 77 | 77 | 146 | 160 | 188 |

Tabla 1.6.4.- Emisiones (Continuación)

01.03.02: Plantas ≥ 50 y < 300 MWt (Calderas)

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | 0,072 | | |
| 1991 | | | | | | | | | 0,075 | | |
| 1992 | | | | | | | | | 0,074 | | |
| 1993 | | | | | | | | | 0,064 | | |
| 1994 | | | | | | | | | 0,070 | | |
| 1995 | | | | | | | | | 0,069 | | |
| 1996 | | | | | | | | | 0,070 | | |
| 1997 | | | | | | | | | 0,070 | | |
| 1998 | | | | | | | | | 0,070 | | |
| 1999 | | | | | | | | | 0,069 | | |
| 2000 | | | | | | | | | 0,065 | | |
| 2001 | | | | | | | | | 0,059 | | |
| 2002 | | | | | | | | | 0,054 | | |
| 2003 | | | | | | | | | 0,049 | | |
| 2004 | | | | | | | | | 0,052 | | |
| 2005 | | | | | | | | | 0,041 | | |
| 2006 | | | | | | | | | 0,042 | | |
| 2007 | | | | | | | | | 0,044 | | |
| 2008 | | | | | | | | | 0,038 | | |
| 2009 | | | | | | | | | 0,032 | | |
| 2010 | | | | | | | | | 0,027 | | |
| 2011 | | | | | | | | | 0,018 | | |
| 2012 | | | | | | | | | 0,008 | | |

01.03.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | 6.727 | 914 | 110 | 6 | 88 | 472 | 10 | | | | |
| 1991 | 6.249 | 857 | 97 | 5 | 80 | 432 | 9 | | | | |
| 1992 | 5.600 | 874 | 104 | 5 | 83 | 450 | 10 | | | | |
| 1993 | 7.004 | 1.015 | 118 | 6 | 96 | 520 | 11 | | | | |
| 1994 | 5.173 | 663 | 98 | 5 | 74 | 435 | 10 | | | | |
| 1995 | 5.090 | 838 | 81 | 4 | 61 | 395 | 8 | | | | |
| 1996 | 4.009 | 840 | 71 | 4 | 59 | 347 | 7 | | | | |
| 1997 | 2.799 | 719 | 70 | 4 | 55 | 338 | 7 | | | | |
| 1998 | 2.564 | 707 | 71 | 4 | 55 | 340 | 7 | | | | |
| 1999 | 2.879 | 932 | 81 | 4 | 68 | 392 | 8 | | | | |
| 2000 | 2.331 | 766 | 82 | 4 | 59 | 378 | 8 | | | | |
| 2001 | 1.772 | 602 | 78 | 4 | 57 | 353 | 8 | | | | |
| 2002 | 1.605 | 546 | 71 | 4 | 49 | 318 | 7 | | | | |
| 2003 | 1.630 | 543 | 63 | 4 | 39 | 319 | 7 | | | | |
| 2004 | 1.705 | 489 | 73 | 4 | 39 | 333 | 7 | | | | |
| 2005 | 1.637 | 391 | 63 | 4 | 30 | 293 | 6 | | | | |
| 2006 | 1.094 | 393 | 53 | 3 | 49 | 236 | 5 | | | | |
| 2007 | 1.413 | 362 | 49 | 3 | 44 | 246 | 5 | | | | |
| 2008 | 1.142 | 447 | 59 | 3 | 33 | 255 | 6 | | | | |
| 2009 | 984 | 408 | 52 | 3 | 161 | 225 | 5 | | | | |
| 2010 | 421 | 248 | 30 | 2 | 22 | 138 | 3 | | | | |
| 2011 | 392 | 262 | 24 | 1 | 21 | 124 | 3 | | | | |
| 2012 | 342 | 197 | 28 | 2 | 21 | 129 | 3 | | | | |

Tabla 1.6.4.- Emisiones (Continuación)

01.03.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2,5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | 48 | 96 | 241 | 96 | 96 | 3.366 | 125 | 96 | 96 | | | |
| 1991 | 46 | 92 | 230 | 92 | 92 | 3.217 | 119 | 92 | 92 | | | |
| 1992 | 46 | 93 | 232 | 93 | 93 | 3.248 | 121 | 93 | 93 | | | |
| 1993 | 55 | 110 | 274 | 110 | 110 | 3.836 | 142 | 110 | 110 | | | |
| 1994 | 50 | 100 | 249 | 100 | 100 | 3.484 | 129 | 100 | 100 | | | |
| 1995 | 46 | 93 | 232 | 93 | 93 | 3.240 | 120 | 93 | 93 | | | |
| 1996 | 41 | 81 | 204 | 81 | 81 | 2.851 | 106 | 81 | 81 | | | |
| 1997 | 39 | 79 | 197 | 79 | 79 | 2.753 | 102 | 79 | 79 | | | |
| 1998 | 39 | 79 | 196 | 79 | 79 | 2.749 | 102 | 79 | 79 | | | |
| 1999 | 45 | 91 | 227 | 91 | 91 | 3.182 | 118 | 91 | 91 | | | |
| 2000 | 42 | 84 | 211 | 84 | 84 | 2.947 | 109 | 84 | 84 | 108 | 122 | 152 |
| 2001 | 40 | 79 | 198 | 79 | 79 | 2.766 | 103 | 79 | 79 | 95 | 108 | 134 |
| 2002 | 35 | 69 | 173 | 69 | 69 | 2.425 | 90 | 69 | 69 | 82 | 93 | 116 |
| 2003 | 37 | 74 | 184 | 74 | 74 | 2.574 | 96 | 74 | 74 | 80 | 91 | 113 |
| 2004 | 36 | 72 | 179 | 72 | 72 | 2.510 | 93 | 72 | 72 | 84 | 95 | 119 |
| 2005 | 31 | 62 | 154 | 62 | 62 | 2.159 | 80 | 62 | 62 | 70 | 79 | 98 |
| 2006 | 22 | 45 | 112 | 45 | 45 | 1.566 | 58 | 45 | 45 | 52 | 59 | 73 |
| 2007 | 27 | 54 | 136 | 54 | 54 | 1.907 | 71 | 54 | 54 | 54 | 62 | 77 |
| 2008 | 25 | 50 | 125 | 50 | 50 | 1.749 | 65 | 50 | 50 | 48 | 55 | 68 |
| 2009 | 22 | 44 | 109 | 44 | 44 | 1.529 | 57 | 44 | 44 | 51 | 58 | 72 |
| 2010 | 16 | 31 | 78 | 31 | 31 | 1.095 | 41 | 31 | 31 | 44 | 51 | 63 |
| 2011 | 16 | 31 | 78 | 31 | 31 | 1.088 | 40 | 31 | 31 | 44 | 51 | 63 |
| 2012 | 15 | 29 | 74 | 29 | 29 | 1.032 | 38 | 29 | 29 | 42 | 47 | 59 |

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | 0,010 | | |
| 1991 | | | | | | | | | 0,009 | | |
| 1992 | | | | | | | | | 0,009 | | |
| 1993 | | | | | | | | | 0,011 | | |
| 1994 | | | | | | | | | 0,010 | | |
| 1995 | | | | | | | | | 0,009 | | |
| 1996 | | | | | | | | | 0,008 | | |
| 1997 | | | | | | | | | 0,008 | | |
| 1998 | | | | | | | | | 0,008 | | |
| 1999 | | | | | | | | | 0,009 | | |
| 2000 | | | | | | | | | 0,008 | | |
| 2001 | | | | | | | | | 0,008 | | |
| 2002 | | | | | | | | | 0,007 | | |
| 2003 | | | | | | | | | 0,007 | | |
| 2004 | | | | | | | | | 0,007 | | |
| 2005 | | | | | | | | | 0,006 | | |
| 2006 | | | | | | | | | 0,004 | | |
| 2007 | | | | | | | | | 0,005 | | |
| 2008 | | | | | | | | | 0,005 | | |
| 2009 | | | | | | | | | 0,004 | | |
| 2010 | | | | | | | | | 0,003 | | |
| 2011 | | | | | | | | | 0,003 | | |
| 2012 | | | | | | | | | 0,003 | | |

Tabla 1.6.4.- Emisiones (Continuación)

01.03.04: Turbinas de gas

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | | | |
| 1991 | | 622 | 5 | 4 | 160 | 26 | 6 | | | | |
| 1992 | 342 | 652 | 18 | 14 | 165 | 296 | 21 | | | | |
| 1993 | 2.082 | 1.793 | 27 | 24 | 333 | 496 | 30 | | | | |
| 1994 | 5.122 | 5.565 | 63 | 68 | 210 | 1.863 | 77 | | | | |
| 1995 | 3.618 | 5.574 | 66 | 70 | 191 | 1.881 | 78 | | | | |
| 1996 | 4.070 | 6.436 | 78 | 82 | 221 | 2.185 | 91 | | | | |
| 1997 | 2.323 | 4.560 | 90 | 84 | 186 | 2.119 | 91 | | | | |
| 1998 | 1.723 | 4.755 | 95 | 89 | 185 | 2.113 | 89 | | | | |
| 1999 | 2.917 | 4.574 | 91 | 87 | 180 | 2.034 | 85 | | | | |
| 2000 | 2.984 | 4.406 | 90 | 82 | 154 | 1.927 | 82 | | | | |
| 2001 | 4.558 | 5.769 | 111 | 110 | 236 | 2.347 | 96 | | | | |
| 2002 | 3.882 | 5.422 | 114 | 115 | 251 | 2.390 | 93 | | | | |
| 2003 | 2.413 | 4.855 | 120 | 119 | 265 | 2.332 | 89 | | | | |
| 2004 | 1.645 | 6.650 | 122 | 116 | 244 | 2.218 | 85 | | | | |
| 2005 | 1.064 | 5.305 | 121 | 116 | 252 | 2.198 | 82 | | | | |
| 2006 | 942 | 6.053 | 113 | 108 | 231 | 2.162 | 83 | | | | |
| 2007 | 1.062 | 6.214 | 118 | 110 | 235 | 2.040 | 76 | | | | |
| 2008 | 754 | 6.218 | 131 | 126 | 279 | 2.205 | 77 | | | | |
| 2009 | 553 | 6.136 | 133 | 128 | 285 | 2.229 | 77 | | | | |
| 2010 | 418 | 6.724 | 149 | 140 | 303 | 2.352 | 74 | | | | |
| 2011 | 191 | 7.394 | 187 | 161 | 395 | 2.775 | 77 | | | | |
| 2012 | 424 | 8.623 | 229 | 194 | 473 | 3.308 | 89 | | | | |

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2,5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | | | | | | | | | | | | |
| 1991 | | | | | | | | | | | | |
| 1992 | | | | | | | | | | | | |
| 1993 | 10 | 20 | 50 | 20 | 20 | 696 | 26 | 20 | 20 | | | |
| 1994 | | | | | 0,03 | | | | | | | |
| 1995 | | | | | 0,07 | | | | | | | |
| 1996 | | | | | 0,09 | | | | | | | |
| 1997 | 0,34 | 0,66 | 1,67 | 0,66 | 1,18 | 23 | 0,86 | 0,66 | 0,66 | | | |
| 1998 | 0,02 | 0,02 | 0,07 | 0,02 | 0,74 | 1 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | | | |
| 1999 | 0,10 | 0,20 | 0,49 | 0,20 | 1,12 | 7 | 0,26 | 0,20 | 0,20 | | | |
| 2000 | 0,04 | 0,07 | 0,18 | 0,07 | 0,81 | 2 | 0,10 | 0,07 | 0,07 | 118 | 118 | 118 |
| 2001 | | | | | 1,03 | | | | | 145 | 145 | 145 |
| 2002 | | | | | 1,21 | | | | | 122 | 122 | 122 |
| 2003 | | | | | 1,48 | | | | | 133 | 133 | 133 |
| 2004 | | | | | 1,74 | | | | | 122 | 122 | 122 |
| 2005 | | | | | 1,83 | | | | | 82 | 82 | 82 |
| 2006 | | | | | 1,42 | | | | | 90 | 90 | 90 |
| 2007 | | | | | 1,88 | | | | | 69 | 69 | 69 |
| 2008 | | | | | 2,23 | | | | | 80 | 80 | 80 |
| 2009 | | | | | 2,36 | | | | | 73 | 73 | 73 |
| 2010 | | | | | 2,89 | | | | | 86 | 86 | 86 |
| 2011 | | | | | 3,93 | | | | | 71 | 71 | 71 |
| 2012 | | | | | 4,86 | | | | | 91 | 91 | 91 |

Tabla 1.6.4.- Emisiones (Continuación)

01.03.04: Turbinas de gas

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | | | |
| 1991 | | | | | | | | | | | |
| 1992 | | | | | | | | | | | |
| 1993 | | | | | | | | | 0,0023 | | |
| 1994 | | | | | | | | | 0,0034 | | |
| 1995 | | | | | | | | | 0,0032 | | |
| 1996 | | | | | | | | | 0,0037 | | |
| 1997 | | | | | | | | | 0,0015 | | |
| 1998 | | | | | | | | | 0,0014 | | |
| 1999 | | | | | | | | | 0,0019 | | |
| 2000 | | | | | | | | | 0,0009 | | |
| 2001 | | | | | | | | | 0,0026 | | |
| 2002 | | | | | | | | | 0,0028 | | |
| 2003 | | | | | | | | | 0,0030 | | |
| 2004 | | | | | | | | | 0,0015 | | |
| 2005 | | | | | | | | | 0,0010 | | |
| 2006 | | | | | | | | | 0,0012 | | |
| 2007 | | | | | | | | | 0,0003 | | |
| 2008 | | | | | | | | | 0,0010 | | |
| 2009 | | | | | | | | | 0,0005 | | |
| 2010 | | | | | | | | | 0,0003 | | |
| 2011 | | | | | | | | | 0,0004 | | |
| 2012 | | | | | | | | | 0,0003 | | |

01.03.06: Hornos de proceso sin contacto en refinerías

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | 76.235 | 14.095 | 368 | 155 | 2.165 | 6.673 | 155 | | | | |
| 1991 | 83.324 | 13.490 | 369 | 155 | 1.973 | 6.424 | 155 | | | | |
| 1992 | 84.705 | 13.830 | 381 | 160 | 2.023 | 6.646 | 160 | | | | |
| 1993 | 84.060 | 13.826 | 377 | 158 | 3.546 | 6.561 | 159 | | | | |
| 1994 | 76.251 | 13.343 | 399 | 179 | 1.724 | 6.907 | 168 | | | | |
| 1995 | 71.480 | 13.201 | 408 | 185 | 1.751 | 7.144 | 172 | | | | |
| 1996 | 71.876 | 13.845 | 410 | 184 | 1.758 | 7.177 | 172 | | | | |
| 1997 | 71.977 | 12.960 | 437 | 197 | 1.889 | 7.644 | 183 | | | | |
| 1998 | 68.214 | 12.944 | 417 | 190 | 1.810 | 7.298 | 175 | | | | |
| 1999 | 65.247 | 12.917 | 424 | 191 | 1.835 | 7.415 | 178 | | | | |
| 2000 | 64.019 | 13.041 | 445 | 202 | 1.913 | 7.746 | 188 | | | | |
| 2001 | 58.535 | 12.803 | 442 | 200 | 1.910 | 7.700 | 185 | | | | |
| 2002 | 53.191 | 12.542 | 433 | 194 | 2.092 | 7.547 | 181 | | | | |
| 2003 | 47.829 | 12.761 | 439 | 197 | 3.150 | 7.657 | 184 | | | | |
| 2004 | 45.911 | 12.804 | 471 | 212 | 3.131 | 8.238 | 198 | | | | |
| 2005 | 43.159 | 13.004 | 473 | 212 | 3.212 | 8.347 | 199 | | | | |
| 2006 | 43.745 | 13.091 | 466 | 211 | 1.995 | 8.071 | 196 | | | | |
| 2007 | 42.604 | 12.492 | 475 | 214 | 2.023 | 8.099 | 200 | | | | |
| 2008 | 33.820 | 11.632 | 455 | 205 | 1.871 | 7.755 | 191 | | | | |
| 2009 | 30.708 | 11.135 | 425 | 191 | 1.969 | 7.171 | 179 | | | | |
| 2010 | 26.063 | 10.718 | 426 | 187 | 1.960 | 7.132 | 180 | | | | |
| 2011 | 19.630 | 11.030 | 435 | 187 | 1.864 | 7.368 | 185 | | | | |
| 2012 | 13.484 | 11.050 | 462 | 197 | 1.998 | 7.600 | 197 | | | | |

Tabla 1.6.4.- Emisiones (Continuación)

01.03.06: Hornos de proceso sin contacto en refinерías

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2,5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | 479 | 955 | 2.399 | 955 | 955 | 33.495 | 1.246 | 955 | 955 | | | |
| 1991 | 498 | 992 | 2.495 | 992 | 992 | 34.847 | 1.297 | 992 | 992 | | | |
| 1992 | 550 | 1.098 | 2.755 | 1.097 | 1.097 | 38.484 | 1.431 | 1.097 | 1.097 | | | |
| 1993 | 565 | 1.128 | 2.831 | 1.127 | 1.127 | 39.546 | 1.470 | 1.127 | 1.127 | | | |
| 1994 | 568 | 1.133 | 2.837 | 1.133 | 1.133 | 39.629 | 1.472 | 1.133 | 1.133 | | | |
| 1995 | 583 | 1.162 | 2.910 | 1.162 | 1.162 | 40.645 | 1.509 | 1.162 | 1.162 | | | |
| 1996 | 608 | 1.214 | 3.039 | 1.213 | 1.213 | 42.459 | 1.577 | 1.213 | 1.213 | | | |
| 1997 | 653 | 1.303 | 3.261 | 1.302 | 1.302 | 45.565 | 1.692 | 1.302 | 1.302 | | | |
| 1998 | 638 | 1.273 | 3.187 | 1.273 | 1.273 | 44.537 | 1.654 | 1.273 | 1.273 | | | |
| 1999 | 639 | 1.275 | 3.191 | 1.274 | 1.274 | 44.589 | 1.656 | 1.274 | 1.274 | | | |
| 2000 | 670 | 1.337 | 3.346 | 1.336 | 1.336 | 46.755 | 1.736 | 1.336 | 1.336 | 2.003 | 2.250 | 2.744 |
| 2001 | 664 | 1.325 | 3.317 | 1.325 | 1.325 | 46.349 | 1.721 | 1.325 | 1.325 | 1.941 | 2.176 | 2.647 |
| 2002 | 659 | 1.315 | 3.291 | 1.314 | 1.314 | 45.988 | 1.708 | 1.314 | 1.314 | 1.773 | 1.988 | 2.418 |
| 2003 | 641 | 1.281 | 3.206 | 1.280 | 1.280 | 44.808 | 1.664 | 1.280 | 1.280 | 1.776 | 1.990 | 2.417 |
| 2004 | 598 | 1.193 | 2.987 | 1.192 | 1.192 | 41.733 | 1.550 | 1.192 | 1.192 | 1.747 | 1.949 | 2.353 |
| 2005 | 629 | 1.256 | 3.145 | 1.256 | 1.256 | 43.947 | 1.632 | 1.256 | 1.256 | 1.879 | 2.103 | 2.552 |
| 2006 | 636 | 1.269 | 3.178 | 1.269 | 1.269 | 44.416 | 1.650 | 1.269 | 1.269 | 1.849 | 2.070 | 2.514 |
| 2007 | 626 | 1.250 | 3.131 | 1.250 | 1.250 | 43.743 | 1.625 | 1.250 | 1.250 | 1.873 | 2.096 | 2.541 |
| 2008 | 602 | 1.201 | 3.008 | 1.201 | 1.201 | 42.035 | 1.561 | 1.201 | 1.201 | 1.620 | 1.813 | 2.199 |
| 2009 | 490 | 978 | 2.450 | 977 | 978 | 34.211 | 1.271 | 977 | 977 | 1.356 | 1.510 | 1.818 |
| 2010 | 418 | 833 | 2.089 | 833 | 833 | 29.152 | 1.083 | 833 | 833 | 1.243 | 1.378 | 1.648 |
| 2011 | 319 | 635 | 1.593 | 634 | 634 | 22.201 | 825 | 634 | 634 | 1.072 | 1.173 | 1.375 |
| 2012 | 248 | 492 | 1.237 | 492 | 492 | 17.209 | 639 | 492 | 492 | 1.017 | 1.091 | 1.239 |

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | 0,096 | | |
| 1991 | | | | | | | | | 0,100 | | |
| 1992 | | | | | | | | | 0,110 | | |
| 1993 | | | | | | | | | 0,113 | | |
| 1994 | | | | | | | | | 0,113 | | |
| 1995 | | | | | | | | | 0,116 | | |
| 1996 | | | | | | | | | 0,121 | | |
| 1997 | | | | | | | | | 0,130 | | |
| 1998 | | | | | | | | | 0,127 | | |
| 1999 | | | | | | | | | 0,127 | | |
| 2000 | | | | | | | | | 0,134 | | |
| 2001 | | | | | | | | | 0,133 | | |
| 2002 | | | | | | | | | 0,132 | | |
| 2003 | | | | | | | | | 0,128 | | |
| 2004 | | | | | | | | | 0,119 | | |
| 2005 | | | | | | | | | 0,126 | | |
| 2006 | | | | | | | | | 0,127 | | |
| 2007 | | | | | | | | | 0,125 | | |
| 2008 | | | | | | | | | 0,120 | | |
| 2009 | | | | | | | | | 0,098 | | |
| 2010 | | | | | | | | | 0,083 | | |
| 2011 | | | | | | | | | 0,063 | | |
| 2012 | | | | | | | | | 0,049 | | |

1.7.- PLANTAS DE TRANSFORMACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS

| CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS | |
|--|-----------------------------|
| NOMENCLATURA | CÓDIGO |
| CORINAIR/SNAP 97 | 01.04 (01.04.01 a 01.04.07) |
| CMCC/CRF | 1.A.1.c |
| CLRTAP-EMEP/NFR | 1.A.1.c |

En este subgrupo se consideran aquellas plantas cuya actividad consiste en la transformación de productos energéticos con cambio de estado físico, esencialmente de carbones en forma sólida a derivados gaseosos de los mismos.

De las clases de actividad SNAP incluidas en este subgrupo se consideran aquí las siguientes:

- La combustión inespecífica (01.04.03 y 01.04.05) que se ha concretado en la combustión en calderas y motores estacionarios, y que se ha incluido para garantizar el cierre del balance energético.
- La combustión en los hornos de coque (01.04.06)
- La gasificación de carbón (01.04.07) para la obtención de combustible gaseosos, que se realiza en la planta de ELCOGAS mediante el proceso IGCC (véase epígrafe 1.2 para una referencia de estas siglas).

1.7.1.- Variables de actividad

1.7.1.1.- Calderas < 50 MWt

Se ha recogido aquí los consumos de carbón coquizable, fuelóleo y gas manufacturado que de acuerdo con los cuestionarios internacionales sobre consumo de combustibles⁴ quedaban como remanentes de otras actividades del sector energético. La imputación a esta partida de estos consumos tiene como objetivo principal el cierre del balance energético, y se encuadran aquí por ser la categoría de la SNAP en que aquellos remanentes encajan de manera más verosímil. Se asume que el consumo se hace en calderas de menos de 50 MWt, y que corresponden a procesos de combustión inespecífica. Cabe mencionar que como tales partidas residuales, muestran un nivel muy fluctuante (inclusive de presencia-ausencia) a lo largo del periodo inventariado.

⁴ Estos cuestionarios son remitidos por la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR) a la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y a la Oficina Estadística de la Unión Europea (EUROSTAT) y que constituyen la fuente de referencia para la elaboración de los balances energéticos nacionales publicados por los citados organismos internacionales.

Tabla 1.7.1.- Calderas < 50 MWt. Consumo de combustibles

| Año | Sector: Coquerías | | | | Sector: Otros Sectores Energéticos | |
|------|-------------------|-------------|-----------|-------------|------------------------------------|-------------|
| | Carbón coquizable | | Fuelóleo | | Gas manufacturado | |
| | Toneladas | Miles de GJ | Toneladas | Miles de GJ | Toneladas | Miles de GJ |
| 1990 | | | 13.530 | 554 | 510 | 10 |
| 1991 | 31.124 | 947 | 14.377 | 578 | 1.020 | 20 |
| 1992 | 56.162 | 1.710 | 16.058 | 645 | 556 | 11 |
| 1993 | 54.500 | 1.659 | 16.537 | 664 | 556 | 11 |
| 1994 | 39.000 | 1.187 | 18.296 | 735 | 417 | 8 |
| 1995 | | | 60.855 | 2.446 | 232 | 5 |
| 1996 | | | 34.944 | 1.404 | | |
| 1997 | | | 14.417 | 579 | | |
| 1998 | | | 14.179 | 570 | | |
| 1999 | | | 19.197 | 771 | | |
| 2000 | | | | | | |
| 2001 | | | | | | |
| 2002 | | | | | | |
| 2003 | | | | | | |
| 2004 | | | | | | |
| 2005 | | | | | | |
| 2006 | | | | | | |
| 2007 | | | | | | |
| 2008 | | | | | | |
| 2009 | | | | | | |
| 2010 | | | | | | |
| 2011 | | | 10.499 | 422 | | |
| 2012 | | | | | | |

El desglose provincial de estos consumos se ha realizado utilizando como variable subrogada la producción de coque en coquerías ubicadas fuera de las plantas siderúrgicas integrales para el subsector "Coquerías"; mientras que para el consumo de gas manufacturado en otros sectores energéticos se ha utilizado como variable subrogada la población⁵.

1.7.1.2.- Motores estacionarios

Al igual que en las calderas, se ha imputado aquí el consumo de gas natural remanente de otras actividades del sector energético, los cuales se muestran en la tabla 1.7.2 siguiente.

⁵ Estimaciones de población a 1 de julio del año correspondiente elaboradas por el INE: para el año 1990 de la estimación de la serie intercensal 1981-1991; para los años 1991-2001 de la estimación de la serie intercensal 1991-2001; para los años 2002-2011 de las "Proyecciones de Población a 1 de julio, escenario 2" basadas en la serie intercensal 1991-2001; y para 2012 de las estimaciones de las "Cifras de población".

Tabla 1.7.2.- Motores estacionarios. Consumo de combustibles

| COMBUSTIBLE | | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Gas | Toneladas | 92 | 89 | 101 | 127 | 413 | 612 | 756 | 1.116 | 1.409 | 2.243 | 1.852 | 1.585 |
| natural | Miles de GJ | 5 | 4 | 5 | 6 | 20 | 30 | 37 | 54 | 66 | 105 | 89 | 76 |

| COMBUSTIBLE | | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-------------|-------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|
| Gas | Toneladas | 1.745 | 1.643 | 743 | 830 | 873 | 719 | 733 | 348 | 358 | 25.986 | 29.714 |
| natural | Miles de GJ | 85 | 79 | 36 | 41 | 42 | 35 | 35 | 17 | 17 | 1.254 | 1.435 |

El desglose provincial de estos consumos se ha realizado utilizando como variable subrogada la producción de coque en coquerías ubicadas fuera de las plantas siderúrgicas integrales.

1.7.1.3.- Hornos de coque

El coque es el residuo sólido obtenido de las hullas coquizables por destilación en cámaras cerradas a más de 1.000 °C. Sus utilizaciones principales son:

- Producción, por combustión, del calor necesario para las reacciones de reducción.
- Servir de soporte de las cargas en el horno alto.
- Producción del gas reductor (CO) que transforma los óxidos en arrabio.
- Dar permeabilidad a la carga del horno alto y facilitar el paso del gas.

El proceso se realiza en las baterías de coque. La mezcla de carbones con la granulometría adecuada (2-3 mm) se introduce en el horno mediante las tolvas de carga y se caldea por contacto con las paredes del horno, secando primero la carga y desprendiendo luego las materias volátiles que contiene el carbón.

La mayor parte de la producción de coque se realiza dentro de plantas siderúrgicas integrales. Dicho tipo de plantas ha sido considerado en el presente Inventario como focos puntuales. Sin embargo existen otras plantas de producción de coque no instaladas en la siderurgia integral. Es por ello que la información dentro de esta actividad ha sido tratada en parte a nivel puntual y en parte a nivel de área. En cuanto a la localización de las coquerías, las plantas siderúrgicas integrales se encuentran ubicadas en el Principado de Asturias y Vizcaya, provincias en las cuales se encuentran localizadas asimismo las restantes coquerías.

La información correspondiente a empresas siderúrgicas integrales se ha obtenido a través de cuestionarios enviados a las correspondientes plantas. Para las coquerías emplazadas en otros sectores se ha dispuesto de información individualizada vía cuestionario a partir del año 2008, mientras que para el periodo 1990-2007 la información ha sido deducida de las publicaciones "Energy Balance Sheets" que edita Eurostat y "Energy Statistics of OECD Countries" de la Agencia Internacional de la Energía, complementada para los años 2000 y 2003-2007 con la Estadística de Fabricación de Pasta

Coquizable, de Coquerías y de Gas de Horno Alto (véase referencias bibliográficas)⁶, descontando de las cifras totales del sector del hierro y el acero la parte correspondiente a siderurgia integral que se trata, como se ha dicho anteriormente, a nivel de foco puntual. Las cifras de producción de coque se muestran en la siguiente tabla 1.7.3.

Tabla 1.7.3.- Producción de coque (Cifras en toneladas)

| AÑO | Total |
|------|-----------|
| 1990 | 3.211.000 |
| 1991 | 3.180.000 |
| 1992 | 2.952.000 |
| 1993 | 3.055.000 |
| 1994 | 2.993.000 |
| 1995 | 2.438.000 |
| 1996 | 2.413.000 |
| 1997 | 2.646.000 |
| 1998 | 2.631.000 |
| 1999 | 2.331.000 |
| 2000 | 2.781.786 |
| 2001 | 2.648.000 |
| 2002 | 2.627.000 |
| 2003 | 2.711.292 |
| 2004 | 2.839.141 |
| 2005 | 2.741.695 |
| 2006 | 2.840.124 |
| 2007 | 2.742.194 |
| 2008 | 2.656.853 |
| 2009 | 1.721.127 |
| 2010 | 2.049.978 |
| 2011 | 2.113.829 |
| 2012 | 1.802.846 |

En cuanto a los consumos de combustibles en esta actividad, se dispone de la información suministrada por las plantas siderúrgicas integrales en las cuales se utiliza gas de coquería y de horno alto, así como de la información facilitada por las coquerías empladas en otros sectores a partir del año 2008, en las que se utiliza gas de coquería. Sin embargo no se dispone de una información precisa para lo consumido en estas últimas plantas de producción de coque para el periodo 1990-2007, ya que si bien existen estadísticas a nivel nacional (Eurostat, Agencia Internacional de la Energía), los consumos que quedan una vez descontado lo imputado para siderurgia integral varían ampliamente de un año a otro, obteniéndose unos consumos específicos muy dispares. Por ello, se ha optado por estimar el consumo de combustibles en las plantas no instaladas en siderurgia integral realizando el supuesto de que se utiliza únicamente gas de coquería, y aplicando un requerimiento energético medio obtenido de las plantas de ArcelorMittal a lo largo del periodo 1990-2003 (3,8 GJ/t de coque).

En la tabla 1.7.4 se presentan los consumos de combustibles estimados, así como las características medias de estos combustibles.

⁶ Las cifras de producción de coque que presentan las estadísticas internacionales para los años 2000 y 2003 parecen estar infravaloradas. Por esta circunstancia, a partir de 2003 se ha tomado como fuente de información la Estadística de Fabricación de Pasta Coquizable.

Tabla 1.7.4.- Hornos de coque. Consumo de combustibles

| COMBUSTIBLE | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|---------|---------|
| Toneladas | | | | | | | | | | | | |
| G.L.P. | | | | | | | | | | | | |
| Gas de coquería | 189.550 | 185.890 | 175.022 | 175.468 | 188.956 | 171.265 | 189.778 | 186.774 | 186.973 | 164.297 | 204.207 | 196.526 |
| Gas de horno alto | 1.799.428 | 1.756.682 | 1.602.287 | 1.709.813 | 1.575.683 | 1.316.490 | 961.462 | 1.174.831 | 1.011.715 | 914.294 | 842.745 | 830.215 |
| Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | | | |
| G.L.P. | | | | | | | | | | | | |
| Gas de coquería | 7.534 | 7.377 | 6.995 | 7.037 | 7.585 | 6.611 | 7.145 | 7.370 | 7.671 | 6.725 | 8.398 | 8.126 |
| Gas de horno alto | 4.116 | 3.955 | 3.524 | 3.827 | 3.472 | 2.856 | 2.099 | 2.671 | 2.297 | 2.194 | 2.023 | 1.993 |

| COMBUSTIBLE | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Toneladas | | | | | | | | | | | |
| G.L.P. | | | | 193 | | | | | | | |
| Gas de coquería | 203.844 | 206.202 | 228.275 | 218.884 | 222.663 | 208.874 | 199.094 | 143.765 | 186.100 | 183.111 | 176.273 |
| Gas de horno alto | 713.295 | 823.061 | 798.385 | 793.049 | 725.762 | 846.827 | 823.289 | 784.802 | 675.813 | 623.860 | 581.990 |
| Miles de Gigajulios | | | | | | | | | | | |
| G.L.P. | | | | 9 | | | | | | | |
| Gas de coquería | 8.553 | 8.672 | 9.139 | 8.694 | 9.284 | 8.624 | 8.284 | 5.949 | 7.449 | 7.266 | 7.120 |
| Gas de horno alto | 1.712 | 1.967 | 1.932 | 1.927 | 1.735 | 2.015 | 1.959 | 1.797 | 1.527 | 1.410 | 1.391 |

Características de los combustibles

| COMBUSTIBLE | % AZUFRE | % CARBONO | PCI | |
|-------------------|-----------|-------------|----------------|---------------|
| | | | kcal/kg | GJ/t |
| G.L.P. | 0 | 81,8 | 11.140 | 46,63 |
| GAS DE COQUERÍA | 0,2 – 0,7 | 36,1 – 52,6 | 7.660 – 10.835 | 32,06 – 45,35 |
| GAS DE HORNO ALTO | 0 | 15,7 – 17,8 | 475 – 581 | 1,99 – 2,43 |

Fuente: Información obtenida de las plantas siderúrgicas integrales, y de las plantas emplazadas en otros sectores para el periodo 2008-2012. Para las plantas emplazadas en otros sectores, se ha tomado para el gas de coquería consumido en el periodo 1990-2007 un PCI por defecto de 4.200 kcal/Nm³, con una densidad de 0,47 kg/Nm³.

1.7.1.4.- Gasificación de carbón

La actividad de gasificación de carbón se realiza en España desde el año 1997. La materia de entrada a la gasificación está constituida por un combinado de carbón nacional y coque de petróleo. El gas se produce al reaccionar el carbón con el oxígeno en una cámara a altas temperaturas (hasta 1.600 °C), siendo dicho gas sometido a un tratamiento de depuración de gases y partículas contaminantes antes de su envío a las turbinas de gas donde se utiliza para generación de energía eléctrica y calor en ciclo combinado. Debido a la confidencialidad de los datos se han omitido las cifras de consumo de las entradas al proceso en esta actividad.

No obstante, al tratarse de una instalación de ciclo combinado de gasificación integrada (IGCC) cuya finalidad es la generación de electricidad, las emisiones de esta instalación por la quema del gas sintético obtenido se han incluido dentro de la actividad SNAP 01.01.04 (turbinas de gas), de acuerdo con lo indicado en las Guías 2006 de IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Volumen 2, Energía. Apartado 2.3.3.3).

1.7.2.- Factores de emisión

1.7.2.1.- Calderas < 50 MWt

Los factores de emisión para esta actividad son de tipo genérico. En la tabla 1.7.6 se presentan los factores de emisión utilizados en la estimación de las emisiones.

Tabla 1.7.6.- Calderas < 50 MWt. Factores de emisión

| COMBUSTIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Carbón coquizable | 992/C | 155/C | 27/C | 3/C | 73/C | 94/C | 0,8/C | | | | |
| Fuelóleo | 1.323/C 498/C | 165/C | 10/C | 2,9/C | 10/C | 76/C | 1,5/C | | | | |
| Gas manufacturado | 0/B | 62/C | 5/C | 1,4/C | 10/C | 52/C | 2,5/C | | | | |

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

API Compendium para el N₂O del fuelóleo ("Uncontrolled residual oil – fired boilers and heaters")

CITEPA para el N₂O del gas manufacturado, asimilando el factor de emisión al de otros combustibles gaseosos.

Fuelóleo: SO₂: Años 1990-2002: 1.323 g/GJ; 2003 y siguientes: 498 g/GJ

| COMBUSTIBLE | METALES PESADOS (1) | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|-------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | As (mg/GJ) | Cd (mg/GJ) | Cr (mg/GJ) | Cu (mg/GJ) | Hg (mg/GJ) | Ni (mg/GJ) | Pb (mg/GJ) | Se (mg/GJ) | Zn (mg/GJ) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Carbón coquizable | 3,2/D | 0,1/D | 2,3/D | 3,1/D | 1,7/D | 4,4/D | 6/D | 0,5/D | 10,5/D | 0,5/D | 5/D | 15/D |
| Fuelóleo | 500/D | 500/D | 1.000/D | 500/D | 170/D | 25.000/D | 1.000/D | 500/D | 100/D | 10/D | 20/D | 40/D |
| Gas manufacturado | | | | | | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |

(1) Factores expresados en mg/GJ, salvo para el fuelóleo que están expresados en mg/t de combustible.

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112. Tabla 12.

Partículas: CEPMEIP, asimilando los factores del gas manufacturado a los del gas natural del sector de "Autoproducción de electricidad y cogeneración", y los del fuelóleo a ese mismo sector, dado que no existen factores específicos para este sector ni estos combustibles, asumiendo un nivel de emisión medio-alto.

Tabla 1.7.6.- Calderas < 50 MWt. Factores de emisión (Continuación)

| COMBUSTIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCb (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/t) | PCB (mg/GJ) |
| Carbón coquizable | | | | | | | | | 1.000/D | 1.442/D | 0,17/C |
| Fuelóleo | | | | | | | | | 100/D | | |
| Gas manufacturado | | | | | | | | | | | |

Fuente: Dioxinas: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1;

HAP: Libro Guía EMEP/CORINAIR (1999). Parte B. Capítulo PAH.

PCB: Libro Guía EMEP/EEA 2013. Capítulo 1.A.4. Tabla 3-27

Dioxinas y HAP: Factores expresados en masa de contaminante por tonelada de combustible.

1.7.2.2.- Motores estacionarios

Los factores de emisión para esta actividad se presentan en la tabla 1.7.7 siguiente.

Tabla 1.7.7.- Motores estacionarios. Factores de emisión

| COMBUS TIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Gas natural | | 312/C | 87/C | 316/C | 452/C | 55-56/A | 1,3/C | | | | |

Fuente: Factores de emisión facilitados por los principales proveedores de motores estacionarios para el NO_x, COVNM, CH₄ y CO.

API Compendium para el N₂O ("4-Stroke Lean Burn Engine").

Gas natural: Años 1990 y 1991: 55 kg CO₂/GJ; año 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

| COMBUS TIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | As (mg/GJ) | Cd (mg/GJ) | Cr (mg/GJ) | Cu (mg/GJ) | Hg (mg/GJ) | Ni (mg/GJ) | Pb (mg/GJ) | Se (mg/GJ) | Zn (mg/GJ) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Gas natural | | | | | 0,1 | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |

Fuente: Metales pesados: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tabla 31.

Partículas: CEPMEIP, asumiendo un nivel de emisión medio-alto.

1.7.2.3.- Hornos de coque

Para los factores de emisión, dada la gran diferenciación de disponibilidad de información existente relativa al carácter medido vs calculado y a la fuente de información de los datos de base (cuestionarios específicos a los centros vs estadísticas generales), se ha hecho un tratamiento diferenciado de los factores según el ámbito de aplicación, distinguiendo los cuatro casos siguientes:

- 1) Para las coquerías ubicadas en las dos plantas siderúrgicas integrales de ArcelorMittal se ha dispuesto de emisiones medidas para el año 2003 de todos los contaminantes con la excepción del N₂O y de las partículas PM_{2,5}. Asimismo, en la planta de Avilés, se ha dispuesto de emisiones medidas de SO₂ para los años 1990 y 1993-2002. Adicionalmente, las emisiones de CO₂ han sido estimadas mediante balance de masas a partir del contenido de carbono de los combustibles consumidos cada año. Para los contaminantes de los que no se disponía de medidas se ha utilizado la siguiente metodología de cálculo:

- Para el SO₂, por balance de masas a partir del contenido de azufre de los combustibles.

- Para el NH_3 , PM_{10} , PST, los metales pesados y los HAP, aplicando los factores de emisión implícitos obtenidos en cada planta en el año 2003.
 - Para las partículas $\text{PM}_{2,5}$, aplicando a los factores de emisión implícitos de PM_{10} el ratio derivado de la información sobre factores de emisión por defecto propuestos por CITEPA, pág. 114 (véase referencias bibliográficas), de relación entre emisiones de $\text{PM}_{2,5}$ con respecto a PM_{10} .
 - Para el NO_x , COVNM, CH_4 , CO y el N_2O mediante la aplicación de factores de emisión por defecto.
- 2) Para los hornos de coque ubicados en la desaparecida planta de Altos Hornos de Vizcaya se han estimado las emisiones mediante la aplicación de factores de emisión por defecto, con la excepción del CO_2 cuyas emisiones se han estimado por balance de masas a partir de las características específicas (contenido de carbono) de los combustibles utilizados. Cabe mencionar que para el SO_2 al no disponer del contenido de azufre de los combustibles se ha utilizado un factor de emisión por defecto en función de las toneladas de coque producidas. Adicionalmente, para los HAP se ha aplicado el factor de emisión que se obtiene en el año 2003 en la planta de ArcelorMittal de Gijón, ante la ausencia de factor de emisión por defecto, y debido a la similitud de la mezcla de combustibles utilizados en los hornos de coque de ambos centros.
- 3) Para las coquerías no emplazadas en plantas siderúrgicas integrales, se han asimilado los factores de emisión implícitos obtenidos en la planta de ArcelorMittal en Avilés en el año 2003, dada la similitud de los consumos de combustibles (gas de coquería) utilizados, y con las excepciones del SO_2 y del CO_2 , cuyas emisiones se han estimado por balance de masas a partir de las características (contenidos de azufre y de carbono) del gas de coquería imputado a estos centros (en el caso del CO_2 se ha dispuesto a partir de 2008 del contenido de carbono específico del gas de coquería utilizado en cada planta), y del NH_3 para el que no se han estimado emisiones (no existe en la bibliografía factor de emisión por defecto para este contaminante).

En la tabla 1.7.8 se presentan los factores de emisión por defecto, que se aplican en los casos ya citados anteriormente. En aquellos casos en los que el factor de emisión está expresado en términos de masa de contaminante por tonelada de coque producido, se ha realizado la conversión de los factores para expresarlos en función de los gigajulios de combustibles consumidos en cada centro. Asimismo, en la tabla 1.7.9 se presentan los factores de emisión implícitos anuales de los contaminantes en términos de las toneladas de coque producido.

Tabla 1.7.8.- Hornos de coque. Factores de emisión

| CONTAMINANTE | FACTOR DE EMISIÓN |
|-------------------|---|
| SO ₂ | Gas de coquería: 100 – 355 g/GJ Gas de horno alto: 0 g/GJ GLP: 0 g/GJ 3.300 g/t de coque producido |
| NO _x | 1.000 g/t |
| COVNM | 495 g/t |
| CH ₄ | Gas de coquería: 1 g/GJ Gas de horno alto: 1 g/GJ GLP: 1 g/GJ |
| CO | 600 g/t |
| CO ₂ | Gas de coquería: 41,08 – 45,01 kg/GJ Gas de horno alto: 242,9 – 293,5 kg/GJ GLP: 63,7 kg/GJ |
| N ₂ O | Gas de coquería: 0,1 g/GJ Gas de horno alto: 0,1 g/GJ GLP: 0,1 g/GJ |
| As | 0,01 g/t |
| Cd | 0,01 g/t |
| Cr | 0,15 g/t |
| Cu | 0,1 g/t |
| Hg | 0,01 g/t |
| Ni | 0,1 g/t |
| Pb | 0,25 g/t |
| Zn | 0,4 g/t |
| PM _{2,5} | 48,3 g/t |
| PM ₁₀ | 60,8 g/t |
| PST | 112 g/t |
| HAP | 3,8 – 32 mg/t de coque producido |

Fuente: NO_x y CO: Libro Guía EMEP/CORINAIR (1996)

COVNM: Manual CORINAIR (Anexo de la Parte 7, epígrafe 13)

CH₄ y N₂O: Guías 2006 de IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 2, Energía. Tabla 2.2.

Metales pesados: Actualizaciones y borrador del Libro Guía EMEP/CORINAIR. Draft Noviembre 2002.

Partículas: CITEPA, página 114.

HAP: Factores implícitos obtenidos de las plantas de ArcelorMittal en 2003

Para el SO₂ y el CO₂, los rangos de variación de los factores de emisión se corresponden con las características de los combustibles consumidos. En el caso del SO₂ se indica además un factor de emisión por tonelada de coque producido tomado del Libro Guía EMEP/CORINAIR (1996)

Tabla 1.7.9.- Hornos de coque. Factores de emisión implícitos (por tonelada de coque)

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|--------------------------|----------------|--------------------------|-------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|---------------|
| | SO ₂ (g/t) | NO _x (g/t) | COVNM (g/t) | CH ₄ (g/t) | CO (g/t) | CO ₂ (kg/t) | N ₂ O (g/t) | NH ₃ (g/t) | SF ₆ (mg/t) | HFC (mg/t) | PFC (mg/t) |
| 1990 | 1.944,1 | 1.167,6 | 463,1 | 3,6 | 1.069,5 | 431,7 | 0,4 | 25,2 | | | |
| 1991 | 1.160,2 | 1.122,5 | 471,7 | 3,6 | 943,2 | 422,1 | 0,4 | 25,1 | | | |
| 1992 | 1.109,9 | 1.060,8 | 483,4 | 3,6 | 770,3 | 421,6 | 0,4 | 25,9 | | | |
| 1993 | 2.012,9 | 1.091,0 | 477,7 | 3,6 | 855,0 | 432,3 | 0,4 | 25,2 | | | |
| 1994 | 1.827,5 | 1.173,6 | 462,0 | 3,7 | 1.086,4 | 428,2 | 0,4 | 27,4 | | | |
| 1995 | 1.591,3 | 1.205,6 | 455,9 | 3,9 | 1.176,1 | 438,5 | 0,4 | 33,9 | | | |
| 1996 | 1.631,8 | 1.198,4 | 457,2 | 3,8 | 1.156,0 | 363,1 | 0,4 | 37,9 | | | |
| 1997 | 800,3 | 1.192,4 | 458,4 | 3,8 | 1.139,2 | 389,8 | 0,4 | 36,1 | | | |
| 1998 | 593,9 | 1.175,8 | 461,6 | 3,8 | 1.092,6 | 360,3 | 0,4 | 35,3 | | | |
| 1999 | 480,6 | 1.140,0 | 468,4 | 3,8 | 992,3 | 371,9 | 0,4 | 36,1 | | | |
| 2000 | 678,6 | 1.168,1 | 463,0 | 3,7 | 1.071,1 | 322,5 | 0,4 | 35,7 | | | |
| 2001 | 780,8 | 1.145,5 | 467,3 | 3,8 | 1.007,8 | 332,3 | 0,4 | 35,5 | | | |
| 2002 | 804,5 | 1.141,1 | 468,2 | 3,9 | 995,5 | 311,7 | 0,4 | 35,6 | | | |
| 2003 | 463,6 | 1.134,6 | 469,4 | 3,9 | 977,2 | 325,7 | 0,4 | 36,5 | | | |
| 2004 | 541,1 | 1.190,2 | 458,8 | 3,9 | 1.133,0 | 318,7 | 0,4 | 36,5 | | | |
| 2005 | 620,0 | 1.265,9 | 444,4 | 3,9 | 1.345,0 | 323,0 | 0,4 | 33,5 | | | |
| 2006 | 713,0 | 1.219,1 | 453,3 | 3,9 | 1.213,9 | 301,1 | 0,4 | 34,2 | | | |
| 2007 | 639,0 | 1.171,4 | 462,4 | 3,9 | 1.080,3 | 329,6 | 0,4 | 35,0 | | | |
| 2008 | 764,7 | 1.194,6 | 449,2 | 3,9 | 1.173,6 | 330,6 | 0,4 | 34,9 | | | |
| 2009 | 857,5 | 1.195,1 | 447,6 | 4,5 | 1.179,7 | 430,2 | 0,5 | 39,4 | | | |
| 2010 | 829,6 | 1.283,0 | 452,6 | 4,4 | 1.356,1 | 353,5 | 0,4 | 39,1 | | | |
| 2011 | 885,1 | 1.343,6 | 451,8 | 4,1 | 1.491,5 | 330,8 | 0,4 | 35,8 | | | |
| 2012 | 972,9 | 1.280,5 | 442,4 | 4,7 | 1.383,6 | 384,1 | 0,5 | 43,6 | | | |

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|---------------------------|--------------|
| | As (mg/t) | Cd (mg/t) | Cr (mg/t) | Cu (mg/t) | Hg (mg/t) | Ni (mg/t) | Pb (mg/t) | Se (mg/t) | Zn (mg/t) | PM _{2,5} (g/t) | PM ₁₀ (g/t) | PST (g/t) |
| 1990 | 2,7 | 2,3 | 46,3 | 26,8 | 4,1 | 28,1 | 67,2 | | 116,0 | | | |
| 1991 | 3,0 | 2,6 | 50,6 | 29,9 | 4,3 | 31,1 | 74,8 | | 127,7 | | | |
| 1992 | 3,1 | 2,7 | 51,5 | 30,6 | 4,3 | 31,8 | 76,7 | | 130,5 | | | |
| 1993 | 3,1 | 2,7 | 51,3 | 30,5 | 4,3 | 31,7 | 76,3 | | 130,0 | | | |
| 1994 | 2,2 | 1,7 | 38,8 | 21,5 | 3,6 | 22,9 | 53,8 | | 95,3 | | | |
| 1995 | 0,6 | 0,0 | 15,9 | 5,3 | 2,3 | 7,0 | 13,4 | | 32,5 | | | |
| 1996 | 0,6 | 0,0 | 16,7 | 5,6 | 2,5 | 7,4 | 14,1 | | 34,3 | | | |
| 1997 | 0,6 | 0,0 | 16,3 | 5,4 | 2,4 | 7,2 | 13,7 | | 33,3 | | | |
| 1998 | 0,6 | 0,0 | 16,0 | 5,3 | 2,4 | 7,0 | 13,4 | | 32,7 | | | |
| 1999 | 0,6 | 0,0 | 15,9 | 5,3 | 2,4 | 7,0 | 13,4 | | 32,6 | | | |
| 2000 | 0,6 | 0,0 | 16,0 | 5,3 | 2,4 | 7,0 | 13,5 | | 32,8 | 52,1 | 65,6 | 80,2 |
| 2001 | 0,6 | 0,0 | 15,8 | 5,2 | 2,3 | 6,9 | 13,3 | | 32,4 | 38,6 | 48,6 | 59,4 |
| 2002 | 0,6 | 0,0 | 15,8 | 5,2 | 2,3 | 6,9 | 13,3 | | 32,4 | 55,2 | 69,4 | 84,9 |
| 2003 | 0,6 | 0,0 | 16,0 | 5,3 | 2,4 | 7,0 | 13,4 | | 32,7 | 29,3 | 36,9 | 45,1 |
| 2004 | 0,7 | 0,0 | 16,3 | 5,4 | 2,4 | 7,1 | 13,6 | | 33,3 | 29,9 | 37,7 | 46,2 |
| 2005 | 0,6 | 0,0 | 16,0 | 5,3 | 2,3 | 7,0 | 13,4 | | 32,8 | 29,4 | 37,1 | 45,4 |
| 2006 | 0,6 | 0,0 | 15,8 | 5,3 | 2,3 | 6,9 | 13,2 | | 32,3 | 29,0 | 36,6 | 44,8 |
| 2007 | 0,6 | 0,0 | 15,6 | 5,2 | 2,3 | 6,8 | 13,0 | | 31,8 | 28,5 | 36,0 | 44,1 |
| 2008 | 0,6 | 0,0 | 15,9 | 5,3 | 2,3 | 7,0 | 13,3 | | 32,4 | 29,1 | 36,7 | 44,9 |
| 2009 | 0,7 | 0,0 | 17,8 | 5,9 | 2,6 | 7,8 | 14,9 | | 36,4 | 32,7 | 41,2 | 50,5 |
| 2010 | 0,7 | 0,0 | 17,6 | 5,9 | 2,6 | 7,7 | 14,7 | | 36,0 | 32,3 | 40,8 | 50,0 |
| 2011 | 0,7 | 0,0 | 16,9 | 5,6 | 2,5 | 7,4 | 14,1 | | 34,4 | 30,9 | 39,0 | 47,7 |
| 2012 | 0,8 | 0,0 | 19,2 | 6,4 | 2,8 | 8,4 | 16,0 | | 39,3 | 35,3 | 44,5 | 54,4 |

Tabla 1.7.9.- Hornos de coque. Factores de emisión implícitos (por tonelada de coque)
(Continuación)

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| | HCH (mg/t) | PCP (mg/t) | HCB (mg/t) | TCM (mg/t) | TRI (mg/t) | PER (mg/t) | TCB (mg/t) | TCE (mg/t) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/t) | PCB (mg/t) |
| 1990 | | | | | | | | | | | 16,3 |
| 1991 | | | | | | | | | | | 15,5 |
| 1992 | | | | | | | | | | | 14,7 |
| 1993 | | | | | | | | | | | 14,9 |
| 1994 | | | | | | | | | | | 17,4 |
| 1995 | | | | | | | | | | | 20,9 |
| 1996 | | | | | | | | | | | 23,9 |
| 1997 | | | | | | | | | | | 22,3 |
| 1998 | | | | | | | | | | | 21,2 |
| 1999 | | | | | | | | | | | 20,9 |
| 2000 | | | | | | | | | | | 21,3 |
| 2001 | | | | | | | | | | | 20,6 |
| 2002 | | | | | | | | | | | 20,6 |
| 2003 | | | | | | | | | | | 21,1 |
| 2004 | | | | | | | | | | | 21,8 |
| 2005 | | | | | | | | | | | 21,7 |
| 2006 | | | | | | | | | | | 21,2 |
| 2007 | | | | | | | | | | | 20,7 |
| 2008 | | | | | | | | | | | 21,4 |
| 2009 | | | | | | | | | | | 23,4 |
| 2010 | | | | | | | | | | | 25,4 |
| 2011 | | | | | | | | | | | 24,6 |
| 2012 | | | | | | | | | | | 28,4 |

1.7.3.- Emisiones

En la tabla 1.7.10 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con los factores y las variables de actividad más arriba reseñadas.

Tabla 1.7.10.- Emisiones (Continuación)

01.04.03: Calderas < 50 MWt

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | 0,001 | | |
| 1991 | | | | | | | | | 0,033 | 45 | 0,2 |
| 1992 | | | | | | | | | 0,058 | 81 | 0,3 |
| 1993 | | | | | | | | | 0,056 | 79 | 0,3 |
| 1994 | | | | | | | | | 0,041 | 56 | 0,2 |
| 1995 | | | | | | | | | 0,006 | | |
| 1996 | | | | | | | | | 0,003 | | |
| 1997 | | | | | | | | | 0,001 | | |
| 1998 | | | | | | | | | 0,001 | | |
| 1999 | | | | | | | | | 0,002 | | |
| 2000 | | | | | | | | | | | |
| 2001 | | | | | | | | | | | |
| 2002 | | | | | | | | | | | |
| 2003 | | | | | | | | | | | |
| 2004 | | | | | | | | | | | |
| 2005 | | | | | | | | | | | |
| 2006 | | | | | | | | | | | |
| 2007 | | | | | | | | | | | |
| 2008 | | | | | | | | | | | |
| 2009 | | | | | | | | | | | |
| 2010 | | | | | | | | | | | |
| 2011 | | | | | | | | | 0,001 | | |
| 2012 | | | | | | | | | | | |

Nota.- En la estimación de las emisiones de esta actividad se ha identificado tras la generación del Inventario un error en los factores de emisión de PCB del carbón coquizable en la base de datos. En la tabla se muestran las cifras correctas de emisiones. Este error será corregido en la siguiente edición del Inventario.

01.04.05: Motores estacionarios

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | | 1 | 0,4 | 1 | 2 | 0,3 | 0,01 | | | | |
| 1991 | | 1 | 0,4 | 1 | 2 | 0,2 | 0,01 | | | | |
| 1992 | | 2 | 0,4 | 2 | 2 | 0,3 | 0,01 | | | | |
| 1993 | | 2 | 1 | 2 | 3 | 0,3 | 0,01 | | | | |
| 1994 | | 6 | 2 | 6 | 9 | 1,1 | 0,03 | | | | |
| 1995 | | 9 | 3 | 9 | 14 | 1,7 | 0,04 | | | | |
| 1996 | | 11 | 3 | 12 | 17 | 2,1 | 0,05 | | | | |
| 1997 | | 17 | 5 | 17 | 24 | 3,0 | 0,07 | | | | |
| 1998 | | 21 | 6 | 21 | 30 | 3,7 | 0,09 | | | | |
| 1999 | | 33 | 9 | 33 | 48 | 5,9 | 0,14 | | | | |
| 2000 | | 28 | 8 | 28 | 40 | 5,0 | 0,12 | | | | |
| 2001 | | 24 | 7 | 24 | 35 | 4,3 | 0,10 | | | | |
| 2002 | | 27 | 7 | 27 | 38 | 4,8 | 0,11 | | | | |
| 2003 | | 25 | 7 | 25 | 36 | 4,4 | 0,10 | | | | |
| 2004 | | 11 | 3 | 11 | 16 | 2,0 | 0,05 | | | | |
| 2005 | | 13 | 4 | 13 | 18 | 2,3 | 0,05 | | | | |
| 2006 | | 13 | 4 | 13 | 19 | 2,4 | 0,06 | | | | |
| 2007 | | 11 | 3 | 11 | 16 | 2,0 | 0,05 | | | | |
| 2008 | | 11 | 3 | 11 | 16 | 2,0 | 0,05 | | | | |
| 2009 | | 5 | 1 | 5 | 8 | 0,9 | 0,02 | | | | |
| 2010 | | 5 | 2 | 5 | 8 | 1,0 | 0,02 | | | | |
| 2011 | | 391 | 109 | 396 | 567 | 70 | 1,63 | | | | |
| 2012 | | 448 | 125 | 453 | 648 | 80 | 1,86 | | | | |

Tabla 1.7.10.- Emisiones (Continuación)

01.04.05: Motores estacionarios

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2,5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | | | | | 0,0005 | | | | | | | |
| 1991 | | | | | 0,0004 | | | | | | | |
| 1992 | | | | | 0,0005 | | | | | | | |
| 1993 | | | | | 0,0006 | | | | | | | |
| 1994 | | | | | 0,0020 | | | | | | | |
| 1995 | | | | | 0,0030 | | | | | | | |
| 1996 | | | | | 0,0037 | | | | | | | |
| 1997 | | | | | 0,0054 | | | | | | | |
| 1998 | | | | | 0,0066 | | | | | | | |
| 1999 | | | | | 0,0105 | | | | | | | |
| 2000 | | | | | 0,0089 | | | | | 0,018 | 0,018 | 0,018 |
| 2001 | | | | | 0,0076 | | | | | 0,015 | 0,015 | 0,015 |
| 2002 | | | | | 0,0085 | | | | | 0,017 | 0,017 | 0,017 |
| 2003 | | | | | 0,0079 | | | | | 0,016 | 0,016 | 0,016 |
| 2004 | | | | | 0,0036 | | | | | 0,007 | 0,007 | 0,007 |
| 2005 | | | | | 0,0041 | | | | | 0,008 | 0,008 | 0,008 |
| 2006 | | | | | 0,0043 | | | | | 0,008 | 0,008 | 0,008 |
| 2007 | | | | | 0,0035 | | | | | 0,007 | 0,007 | 0,007 |
| 2008 | | | | | 0,0035 | | | | | 0,007 | 0,007 | 0,007 |
| 2009 | | | | | 0,0017 | | | | | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| 2010 | | | | | 0,0017 | | | | | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| 2011 | | | | | 0,13 | | | | | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| 2012 | | | | | 0,14 | | | | | 0,29 | 0,29 | 0,29 |

01.04.06: Hornos de coque

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | 6.243 | 3.749 | 1.487 | 12 | 3.434 | 1.386 | 1 | 81 | | | |
| 1991 | 3.689 | 3.569 | 1.500 | 11 | 2.999 | 1.342 | 1 | 80 | | | |
| 1992 | 3.277 | 3.131 | 1.427 | 11 | 2.274 | 1.245 | 1 | 76 | | | |
| 1993 | 6.149 | 3.333 | 1.459 | 11 | 2.612 | 1.321 | 1 | 77 | | | |
| 1994 | 5.470 | 3.512 | 1.383 | 11 | 3.251 | 1.282 | 1 | 82 | | | |
| 1995 | 3.879 | 2.939 | 1.111 | 9 | 2.867 | 1.069 | 1 | 83 | | | |
| 1996 | 3.937 | 2.892 | 1.103 | 9 | 2.789 | 876 | 1 | 91 | | | |
| 1997 | 2.118 | 3.155 | 1.213 | 10 | 3.014 | 1.032 | 1 | 95 | | | |
| 1998 | 1.563 | 3.094 | 1.214 | 10 | 2.875 | 948 | 1 | 93 | | | |
| 1999 | 1.120 | 2.657 | 1.092 | 9 | 2.313 | 867 | 1 | 84 | | | |
| 2000 | 1.888 | 3.249 | 1.288 | 10 | 2.980 | 897 | 1 | 99 | | | |
| 2001 | 2.068 | 3.033 | 1.237 | 10 | 2.669 | 880 | 1 | 94 | | | |
| 2002 | 2.113 | 2.998 | 1.230 | 10 | 2.615 | 819 | 1 | 94 | | | |
| 2003 | 1.257 | 3.076 | 1.273 | 11 | 2.650 | 883 | 1 | 99 | | | |
| 2004 | 1.536 | 3.379 | 1.303 | 11 | 3.217 | 905 | 1 | 104 | | | |
| 2005 | 1.700 | 3.471 | 1.218 | 11 | 3.688 | 885 | 1 | 92 | | | |
| 2006 | 2.025 | 3.462 | 1.287 | 11 | 3.448 | 855 | 1 | 97 | | | |
| 2007 | 1.752 | 3.212 | 1.268 | 11 | 2.962 | 904 | 1 | 96 | | | |
| 2008 | 2.032 | 3.174 | 1.193 | 10 | 3.118 | 878 | 1 | 93 | | | |
| 2009 | 1.476 | 2.057 | 770 | 8 | 2.030 | 740 | 1 | 68 | | | |
| 2010 | 1.701 | 2.630 | 928 | 9 | 2.780 | 725 | 1 | 80 | | | |
| 2011 | 1.871 | 2.840 | 955 | 9 | 3.153 | 699 | 1 | 76 | | | |
| 2012 | 1.754 | 2.309 | 798 | 9 | 2.494 | 692 | 1 | 79 | | | |

1.8.- MINERÍA DEL CARBÓN; EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO Y GAS; COMPRESORES

| CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS | |
|--|---------------------|
| NOMENCLATURA | CÓDIGO |
| CORINAIR/SNAP 97 | 01.05.01 a 01.05.05 |
| CMCC/CRF | 1.A.1.c |
| CLRTAP-EMEP/NFR | 1.A.1.c |

| CORRESPONDENCIA ENTRE NOMENCLATURAS | |
|--|---------------|
| NOMENCLATURA | CÓDIGO |
| CORINAIR/SNAP 97 | 01.05.06 |
| CMCC/CRF | 1.A.3.e |
| CLRTAP-EMEP/NFR | 1.A.3.e.i |

En este subgrupo se recogen las emisiones originadas en los procesos de combustión relacionados con las actividades de extracción, primer tratamiento, transporte y distribución de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Las unidades de combustión pueden incluir calderas, diferenciadas según rango de potencia, pero especialmente motores de maquinaria auxiliar y compresores de la red de transporte por tubería. No se consideran sin embargo las emisiones fugitivas de estas actividades y procesos que no estén relacionadas con la combustión, ya que dentro de la nomenclatura SNAP el grupo 05 se dedica específicamente a estas emisiones fugitivas.

En cuanto a la extracción de combustibles primarios se consideran tanto las extracciones en tierra como en mar. Para el caso de los combustibles sólidos (carbones) se consideran tanto las minas a cielo abierto como las subterráneas. Para el caso de los combustibles gaseosos (gas natural) se consideran los procesos de combustión que puedan tener lugar en las plantas de tratamiento primario. Tanto para los combustibles líquidos como para los combustibles gaseosos transportados por tubería se incluyen las emisiones de los equipos, motores/compresores, que dan servicio a la red de transporte y distribución.

1.8.1.- Variables de actividad

El tipo de combustible utilizado suele ser dependiente del tipo de materia prima energética extraída. Así en el caso de la minería del carbón puede utilizarse éste como materia energética para las calderas así como derivados del petróleo para alimentar los motores estacionarios. En el caso de los campos de producción de crudo de petróleo y/o gas natural, se utilizan también los productos derivados del petróleo y del gas natural, éste último especialmente en los yacimientos productores de este tipo de gas.

En la tabla 1.8.1 se muestran los datos de las variables de actividad (consumo de combustibles) por tipo de instalación y subsector. Las fuentes principales de los datos han sido los cuestionarios internacionales sobre consumo de combustibles remitidos por la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR) a la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y a la Oficina Estadística

de la Unión Europea (EUROSTAT)⁷, la publicación “Los Transportes y los Servicios Postales” que edita el Ministerio de Fomento, y las explotaciones estadísticas facilitadas por el Instituto de Diversificación y Ahorro Energético (IDAE) realizada para los años 2000 y 2002-2012 sobre consumos de combustibles imputables a electricidad en cogeneración. Asimismo, a partir del año 2005 se ha dispuesto de información directa sobre consumos de combustibles por tipo de instalación de las estaciones de compresión de gas natural, de las plantas de regasificación de gas natural y de las plantas de almacenamiento subterráneo de gas natural⁸.

Dado el interés para el Inventario de disponer de información sectorializada del total de consumo de combustibles, y debido a que los cuestionarios internacionales de combustibles separan la parte de consumo de combustibles imputable a producción de electricidad en cogeneración y autoproducción pura y a generación de calor destinado a la venta de la parte del consumo imputable a las restantes operaciones de producción de calor para consumo interno en los propios centros de actividad, no figurando el consumo de combustibles imputable a producción de electricidad o calor para la venta desglosado por sectores económicos, se ha abordado la distribución por sectores de estos consumos. A tal fin se solicitó al IDAE, tal y como se ha mencionado anteriormente, información relativa al consumo energético para cogeneración (diferenciando la parte imputable a generación de electricidad y calor para la venta) por tipo de combustible y sector consumidor. Esta información ha sido extendida por el Equipo de Trabajo de los Inventarios a los restantes años, subrogando la contribución sectorial derivada de la información disponible del año 2000 a los años del periodo 1990-1999 e interpolando para 2001 la información sobre consumo imputable a generación eléctrica en cogeneración de 2000 y 2002, distribuyendo por sector económico los totales no desglosados de consumo de combustibles que en los balances de combustibles citados estaban imputados a generación de electricidad y calor para la venta. Una vez realizado este desglose, se obtuvo el total del consumo sectorializado.

Por último, la fuente “Los Transportes y los Servicios Postales”⁹ se ha tomado como referencia de los datos del consumo de combustibles (gasóleo y GLP) de los compresores para el transporte por tubería (sin especificidad del sector), dado que una información similar no existe en las otras fuentes citadas. Esta fuente ha sido complementada, a partir del año 2005, con información facilitada vía cuestionario individualizado por las estaciones de compresión de la red de transporte de gas natural (turbinas de gas y motores estacionarios), quedando sin embargo por solventar el enlace retrospectivo de la serie desde 1990 hasta 2005.

⁷ Estos cuestionarios constituyen la fuente de referencia para la elaboración de los balances energéticos nacionales publicados por los citados organismos internacionales.

⁸ Para una de las plantas de almacenamiento subterráneo de gas natural se ha dispuesto de información directa de la planta desde el año 1999.

⁹ Hasta el año 1998 esta publicación se denominaba “Los Transportes y las Comunicaciones”.

Tabla 1.8.1.- Consumo de combustibles**01.05.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)**

| COMBUSTIBLE | | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|--|-------------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| <i>SECTOR: MINAS DE CARBÓN</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Hulla | Toneladas | 200.000 | 200.000 | 26.000 | 32.000 | 49.000 | 25.000 | 31.000 | 14.000 | 7.000 | 10.000 | 40.000 | 35.000 |
| | Miles de GJ | 4.102 | 4.102 | 533 | 656 | 1.005 | 513 | 636 | 287 | 144 | 205 | 820 | 718 |
| Lignito negro | Toneladas | 1.000 | | 33.000 | 3.000 | | | | | | | | |
| | Miles de GJ | 13 | | 442 | 40 | | | | | | | | |
| Madera | Toneladas | | | | | | | | | | | | |
| | Miles de GJ | | | | | | | | | | | | |
| Fuelóleo | Toneladas | 1.455 | 1.384 | 720 | 639 | 781 | 2.162 | 1.584 | 1.803 | 1.878 | 3.110 | 2.043 | 1.252 |
| | Miles de GJ | 58 | 56 | 29 | 26 | 31 | 87 | 64 | 72 | 75 | 125 | 82 | 50 |
| <i>SECTOR: OTROS SECTORES ENERGÉTICOS</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Madera | Toneladas | | | | | | | | | | | | |
| | Miles de GJ | | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | Toneladas | | | | | | | | | | | 66 | |
| | Miles de GJ | | | | | | | | | | | 3 | |
| Biogás | Toneladas | | | | | | | | | | | | |
| | Miles de GJ | | | | | | | | | | | | |
| <i>SECTOR: ESTACIONES DE COMPRESIÓN, PLANTAS DE REGASIFICACIÓN Y ALMACENAMIENTO SUBTERRÁNEO DE GAS NATURAL</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | Toneladas | | | | | | | | | | 17.757 | 11.087 | 7.685 |
| | Miles de GJ | | | | | | | | | | 741 | 463 | 321 |

Tabla 1.8.1.- Consumo de combustibles (Continuación)**01.05.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)**

| COMBUSTIBLE | | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <i>SECTOR: MINAS DE CARBÓN</i> | | | | | | | | | | | | |
| Hulla | Toneladas | 2.000 | | | | | | | | | | |
| | Miles de GJ | 41 | | | | | | | | | | |
| Lignito negro | Toneladas | | | | | | | | | | | |
| | Miles de GJ | | | | | | | | | | | |
| Madera | Toneladas | | | | | | | 115.242 | 133.985 | 338.127 | 361.054 | 456.155 |
| | Miles de GJ | | | | | | | 1.664 | 1.935 | 4.883 | 5.214 | 6.587 |
| Fuelóleo | Toneladas | 1.193 | 1.385 | 650 | 1.414 | 972 | 1.162 | 579 | 760 | | | |
| | Miles de GJ | 48 | 56 | 26 | 57 | 39 | 47 | 23 | 31 | | | |
| <i>SECTOR: OTROS SECTORES ENERGÉTICOS</i> | | | | | | | | | | | | |
| Madera | Toneladas | | | | | | | | | | 358.101 | 331.813 |
| | Miles de GJ | | | | | | | | | | 5.171 | 4.791 |
| Gas natural | Toneladas | | | | | 684.966 | 640.047 | 633.236 | 456.843 | 511.563 | 188.331 | 170.414 |
| | Miles de GJ | | | | | 33.330 | 31.029 | 30.389 | 22.198 | 24.847 | 9.085 | 8.228 |
| Biogás | Toneladas | | | | | | | | 16.484 | 44.711 | 45.845 | 53.029 |
| | Miles de GJ | | | | | | | | 413 | 1.121 | 1.150 | 1.330 |
| <i>SECTOR: ESTACIONES DE COMPRESIÓN, PLANTAS DE REGASIFICACIÓN Y ALMACENAMIENTO SUBTERRÁNEO DE GAS NATURAL</i> | | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | Toneladas | 16.395 | 13.573 | 13.341 | 32.585 | 18.226 | 14.546 | 17.605 | 9.297 | 14.955 | 21.092 | 13.922 |
| | Miles de GJ | 684 | 566 | 557 | 1.428 | 890 | 710 | 862 | 456 | 734 | 1.036 | 685 |

Tabla 1.8.1.- Consumo de combustibles (Continuación)**01.05.04: Turbinas de gas**

| COMBUSTIBLE | | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Gas | Toneladas | | | | | | | | | | | 23 | |
| natural | Miles de GJ | | | | | | | | | | | 1 | |

| COMBUSTIBLE | | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-------------|-------------|------|------|------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Gas | Toneladas | | | | 1.056 | 452.787 | 427.528 | 426.176 | 306.681 | 343.264 | 130.937 | 119.101 |
| natural | Miles de GJ | | | | 52 | 22.033 | 20.727 | 20.452 | 14.902 | 16.672 | 6.316 | 5.750 |

Tabla 1.8.1.- Consumo de combustibles (Continuación)**01.05.05: Motores estacionarios**

| COMBUSTIBLE | | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--|-------------|-------|------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| <i>SECTOR: MINAS DE CARBÓN</i> | | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | Toneladas | | | | | 222 | 147 | 39 | 221 | 427 | | |
| | Miles de GJ | | | | | 9 | 6 | 2 | 9 | 18 | | |
| Gas natural | Toneladas | 1.096 | 894 | 1.016 | 654 | 577 | 509 | 1.279 | 8.177 | 11.402 | 31.636 | 44.116 |
| | Miles de GJ | 53 | 43 | 49 | 32 | 28 | 25 | 61 | 397 | 554 | 1.526 | 2.130 |
| <i>SECTOR: EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO Y GAS</i> | | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | Toneladas | | | | | | | | | | | |
| | Miles de GJ | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | Toneladas | | | | | | | | | | 411 | 4.110 |
| | Miles de GJ | | | | | | | | | | 20 | 198 |
| <i>SECTOR: OTROS SECTORES ENERGÉTICOS</i> | | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | Toneladas | | | | | 232.889 | 217.616 | 215.300 | 155.326 | 173.932 | 64.032 | 57.941 |
| | Miles de GJ | | | | | 11.332 | 10.550 | 10.332 | 7.547 | 8.448 | 3.089 | 2.797 |
| <i>SECTOR: PLANTAS DE REGASIFICACIÓN Y ALMACENAMIENTO SUBTERRÁNEO DE GAS NATURAL</i> | | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | Toneladas | | | | 31 | 201 | 105 | 139 | 132 | 141 | 133 | 115 |
| | Miles de GJ | | | | 1 | 9 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 |
| Gas natural | Toneladas | | | | 10.641 | 5.217 | 1.884 | 1.438 | 2.202 | 2.833 | 3.032 | 2.798 |
| | Miles de GJ | | | | 522 | 254 | 93 | 71 | 109 | 141 | 150 | 138 |

1.8.2.- Factores de emisión

Dado que en este subgrupo no se consideran plantas con las características de los Grandes Focos Puntuales, los factores de emisión son de tipo genérico según clase de unidad de combustión y, en el caso de las calderas, los que corresponden al rango de potencia inferior (instalaciones de < 50 MWt). Por otra parte, para las estaciones de compresión de la red de transporte de gas natural, se dispone de información individualizada a nivel de planta de los consumos de combustibles (gasóleo y gas natural) por tipo de instalación (calderas, turbinas y motores estacionarios). Para los restantes consumos de gasóleo y GLP, tomados de la publicación anteriormente citada del Ministerio de Fomento ("Los Transportes y los Servicios Postales"), se desconoce el tipo de instalación en los que se utilizan, habiéndose asimilado dichos consumos ya sea a motores (para el gasóleo) o a turbinas de gas (para los GLP).

Una particularidad referente a las características de los combustibles, como es el contenido de azufre de los gasóleos, que ha ido variando a lo largo del intervalo temporal 1990-2012 que cubre el Inventario tiene una incidencia directa en la determinación del factor de emisión de los SO_x como se explicitaba en el epígrafe 1.3 (fórmula [1.3.5]). Así la tendencia a la baja observada en dicho contenido de azufre se manifiesta en un cambio también a la baja del factor de emisión de SO_x para este tipo de combustible. Análogamente, cabe subrayar la modificación a partir de 2003 de las características del fuelóleo estándar, reflejando una disminución en su contenido de azufre acorde con la legislación vigente¹⁰ que impone restricciones en los límites alcanzados por este parámetro.

En la tabla 1.8.2 se presentan los factores de emisión utilizados en el cálculo de las emisiones de este subgrupo.

¹⁰ Véanse los Reales Decretos 1700/2003 y 287/2001

Tabla 1.8.2.- Factores de emisión**01.05.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)**

| COMBUS TIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Hulla | 991/C | 155/C | 27/C | 3/C | 73/C | 112/C | 1,4/D | | | | |
| Lignito negro | 6.214/C | 155/C | 27/C | 3/C | 73/C | 99,42/C | 1,4/D | | | | |
| Madera | 5,2/C | 206/C | 150/C | 16,7/C | 627/C | 0/C | 4/D | | | | |
| Fuelóleo | 1.323/C 498/C | 165/C | 10/C | 2,9/C | 10/C | 76/C | 1,5/D | | | | |
| Gasóleo | 141,5/C 129,7/C 94,3/C 47,2/C | 70/C | 15/C | 1,7/C | 10/C | 73/A | 0,7/C | | | | |
| Gas natural | 0/C | 62/C | 5/C | 1,4/C | 10/C | 55,6-56/C | 0,9/D | | | | |
| Biogás | 0/C | 60/C | 2,5/C | 2,5/C | 13/C | 0/C | 1,75/D | | | | |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112. Tablas 5-10.

Manual de referencia IPCC, para el N₂O de la hulla, el lignito negro y la madera (tabla 1-8).

API Compendium para el N₂O del fuelóleo ("Uncontrolled residual oil – fired boilers and heaters"), del gasóleo ("Uncontrolled distillate-fired boilers and heaters") y del gas natural ("Uncontrolled. Boilers and heaters")

CITEPA, para el N₂O del biogás.

Fuelóleo: SO₂: Años 1990-2002: 1.323 g/GJ; 2003 y siguientes: 498 g/GJ

Gasóleo: SO₂: 1990-1993: 141,5 g/GJ (%S = 0,3); 1994: 129,7 g/GJ (%S = 0,275); 1995-2007: 94,3 g/GJ (%S = 0,2); 2008 y siguientes: 47,2 g/GJ (%S = 0,1)

Gas natural: El rango de variación de los factores de CO₂ se corresponde con las diferentes características del gas natural utilizado.

| COMBUS TIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | As (mg/GJ) | Cd (mg/GJ) | Cr (mg/GJ) | Cu (mg/GJ) | Hg (mg/GJ) | Ni (mg/GJ) | Pb (mg/GJ) | Se (mg/GJ) | Zn (mg/GJ) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Hulla | 3,2/D | 0,1/D | 2,3/D | 3,1/D | 1,7/D | 4,4/D | 6/D | 0,5/D | 10,5/D | 17/D | 70/D | 140/D |
| Lignito negro | 3,2/D | 0,1/D | 2,3/D | 3,1/D | 1,7/D | 4,4/D | 6/D | 0,5/D | 10,5/D | 17/D | 70/D | 140/D |
| Madera | | | | | | | | | | 55/D | 70/D | 100/D |
| Fuelóleo | 12,44/D | 12,44/D | 24,89/D | 12,44/D | 4,23/D | 622,2/D | 24,89/D | 12,44/D | 2,49/D | 35/D | 40/D | 50/D |
| Gasóleo | | | | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |
| Gas natural | | | | | 0,1/D | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |
| Biogás | | | | | | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112, Tabla 12; Capítulo 111, Tabla 31.

Partículas: CEPMEIP, asimilando los factores de la hulla, el lignito negro y la madera a los del sector de "Autoproducción de electricidad y cogeneración", y los de los restantes combustibles a combustión industrial, dado que no existen factores específicos para este sector, asumiendo un nivel de emisión medio-alto. Para el biogás, factores asimilados al gas natural (no hay información para este combustible en CEPMEIP).

| COMBUS TIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCB (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/t) | PCB (mg/GJ) |
| Hulla | | | | | | | | | 100/D | 1.442/D | |
| Lignito negro | | | | | | | | | 100/D | 1.442/D | |
| Madera | | | | | | | | | 1.000/D | 1.755/D | 0,00006/E |
| Fuelóleo | | | | | | | | | 100/D | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | 20/D | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | | |
| Biogás | | | | | | | | | | | |

Fuente: Dioxinas: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1;

HAP: Libro Guía EMEP/CORINAIR (1999). Parte B. Capítulo PAH.

PCB: Libro Guía EMEP/EEA 2013. Capítulo 1.A.4. Tabla 3-18.

Dioxinas y HAP: Factores expresados en masa de contaminante por tonelada de combustible.

Tabla 1.8.2.- Factores de emisión (Continuación)**01.05.04: Turbinas de gas**

| COMBUS TIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Gas natural | | 165/C | 5,7/C | 4/C | 10/C | 55,6-56/A | 1,3/C | | | | |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112. Tablas 5-9.

API Compendium para el N₂O del gas natural ("Uncontrolled Turbines").

Gas natural: El rango de variación de los factores de CO₂ se corresponde con las diferentes características del gas natural utilizado.

| COMBUS TIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | As (mg/GJ) | Cd (mg/GJ) | Cr (mg/GJ) | Cu (mg/GJ) | Hg (mg/GJ) | Ni (mg/GJ) | Pb (mg/GJ) | Se (mg/GJ) | Zn (mg/GJ) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Gas natural | | | | | 0,1/D | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |

Fuente: Metales pesados: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, Tabla 31.

Partículas: CEPMEIP, asimilando los factores de emisión a los de combustión industrial.

01.05.05: Motores estacionarios

| COMBUS TIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| Gasóleo | 141,5/C 129,7/C 94,3/C 47,2/C | 1.200/C | 3,5/C | 1,5/C | 100/C | 73/C | 1,85/C | | | | |
| Gas natural | 0-0,3/C | 312/B | 87/B | 316/B | 452/B | 55-56/C | 1,3/C | | | | |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112. Tablas 5-10.

Factores de emisión facilitados por los principales proveedores de motores estacionarios para el NO_x, COVNM, CH₄ y CO del gas natural.

API Compendium para el N₂O del gasóleo ("Large bore diesel engine") y del gas natural ("4-Stroke Lean Burn Engine").

Gasóleo: SO₂: 1990-1993: 141,5 g/GJ (%S = 0,3); 1994: 129,7 g/GJ (%S = 0,275); 1995-2007: 94,3 g/GJ (%S = 0,2); 2008 y siguientes: 47,2 g/GJ (%S = 0,1)

Gas natural: Años 1990 y 1991: 55 kg CO₂/GJ; año 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

| COMBUS TIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | As (mg/GJ) | Cd (mg/GJ) | Cr (mg/GJ) | Cu (mg/GJ) | Hg (mg/GJ) | Ni (mg/GJ) | Pb (mg/GJ) | Se (mg/GJ) | Zn (mg/GJ) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| Gasóleo | | | | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |
| Gas natural | | | | | 0,1/D | | | | | 132,1/D | 139/D | 146,3/D |
| | | | | | | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |

Fuente: Metales pesados: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111. Tabla 31.

Partículas: CEPMEIP. Para el sector "Extracción de petróleo y gas" se toman los valores indicados en CEPMEIP para este sector. En el caso del gasóleo, tan sólo figuran factores para el nivel de emisión alto (valores superiores de los indicados en la tabla para este combustible). Para los restantes sub-sectores se han asimilado los factores a los de combustión industrial, asumiendo un nivel de emisión medio-alto.

| COMBUS TIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCB (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/GJ) | PCB (mg/GJ) |
| Gasóleo | | | | | | | | | 20/D | | 1,30E-07/E |
| Gas natural | | | | | | | | | | | |

Fuente: Dioxinas: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1.

PCB: Libro Guía EMEP/EEA 2013. Capítulo 1.A.1, tabla 3-19.

Tabla 1.8.2.- Factores de emisión (Continuación)**01.05.06: Compresores (para transporte por tubería)**

| COMBUS TIBLE | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | SO ₂ (g/GJ) | NO _x (g/GJ) | COVNM (g/GJ) | CH ₄ (g/GJ) | CO (g/GJ) | CO ₂ (kg/GJ) | N ₂ O (g/GJ) | NH ₃ (g/GJ) | SF ₆ (mg/GJ) | HFC (mg/GJ) | PFC (mg/GJ) |
| SECTOR: SIN ESPECIFICAR | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | 141,5/C 129,7/C 94,3/C 47,2/C | 1.200/C | 3,5/C | 1,5/C | 100/C | 73/C | 1,85/C | | | | |
| G.L.P. | 0/C | 120/C | 1/C | 1/C | 13/C | 65/C | 2,5/C | | | | |
| SECTOR: ESTACIONES DE COMPRESIÓN DE GAS NATURAL – TURBINAS DE GAS | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | 165/C | 5,7/C | 4/C | 10/C | 55-56/A | 1,3/C | | | | |
| SECTOR: ESTACIONES DE COMPRESIÓN DE GAS NATURAL – MOTORES ESTACIONARIOS | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | 141,5/C 129,7/C 94,3/C 47,2/C | 1.200/C | 3,5/C | 1,5/C | 100/C | 73/C | 1,85/C | | | | |

Fuente: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 112. Tablas 5-10.

API Compendium para el N₂O del gasóleo ("Large bore diesel engine") y del gas natural ("Uncontrolled Turbines").

CITEPA, para el N₂O de los GLP.

Gasóleo: SO₂: 1990-1993: 141,5 g/GJ (%S = 0,3); 1994: 129,7 g/GJ (%S = 0,275); 1995-2007: 94,3 g/GJ (%S = 0,2); 2008 y siguientes: 47,2 g/GJ (%S = 0,1)

Gas natural: Años 1990 y 1991: 55 kg CO₂/GJ; año 1992 y siguientes: 56 kg CO₂/GJ.

| COMBUS TIBLE | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|---|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| | As (mg/GJ) | Cd (mg/GJ) | Cr (mg/GJ) | Cu (mg/GJ) | Hg (mg/GJ) | Ni (mg/GJ) | Pb (mg/GJ) | Se (mg/GJ) | Zn (mg/GJ) | PM _{2,5} (g/GJ) | PM ₁₀ (g/GJ) | PST (g/GJ) |
| SECTOR: SIN ESPECIFICAR | | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |
| G.L.P. | | | | | | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |
| SECTOR: ESTACIONES DE COMPRESIÓN DE GAS NATURAL – TURBINAS DE GAS | | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | 0,1/D | | | | | 0,2/D | 0,2/D | 0,2/D |
| SECTOR: ESTACIONES DE COMPRESIÓN DE GAS NATURAL – MOTORES ESTACIONARIOS | | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | | 5/D | 5/D | 5/D |

Fuente: Metales pesados: Libro Guía EMEP/CORINAIR. Parte B. Capítulo 111, Tabla 31.

Partículas: CEPMEIP, asimilando los factores a los del sector de "Autoproducción de electricidad y cogeneración" dado que no existen factores específicos para este sector, y asumiendo un nivel de emisión medio-alto (para los niveles medio y alto se proponen idénticos factores de emisión).

| COMBUS TIBLE | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | HCH (mg/GJ) | PCP (mg/GJ) | HCB (mg/GJ) | TCM (g/GJ) | TRI (g/GJ) | PER (g/GJ) | TCB (mg/GJ) | TCE (g/GJ) | DIOX (ng/t) | HAP (mg/GJ) | PCB (mg/GJ) |
| SECTOR: SIN ESPECIFICAR | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | 20/D | | |
| G.L.P. | | | | | | | | | | | |
| SECTOR: ESTACIONES DE COMPRESIÓN DE GAS NATURAL – TURBINAS DE GAS | | | | | | | | | | | |
| Gas natural | | | | | | | | | | | |
| SECTOR: ESTACIONES DE COMPRESIÓN DE GAS NATURAL – MOTORES ESTACIONARIOS | | | | | | | | | | | |
| Gasóleo | | | | | | | | | 20/D | | 1,30E-07/E |

Fuente: Dioxinas: Estimación propia a partir de OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). Tabla 4.5.1.

PCB: Libro Guía EMEP/EEA 2013. Capítulo 1.A.1, tabla 3-19.

1.8.3.- Emisiones

En la tabla 1.8.3 se muestran las emisiones estimadas de acuerdo con los factores y las variables de actividad más arriba reseñadas.

Tabla 1.8.3.- Emisiones

01.05.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | 4.226 | 648 | 112 | 13 | 301 | 465 | 6 | | | | |
| 1991 | 4.139 | 645 | 111 | 12 | 300 | 464 | 6 | | | | |
| 1992 | 3.313 | 156 | 27 | 3 | 71 | 106 | 1 | | | | |
| 1993 | 934 | 112 | 19 | 2 | 51 | 79 | 1 | | | | |
| 1994 | 1.037 | 161 | 27 | 3 | 74 | 115 | 1 | | | | |
| 1995 | 623 | 94 | 15 | 2 | 38 | 64 | 1 | | | | |
| 1996 | 714 | 109 | 18 | 2 | 47 | 76 | 1 | | | | |
| 1997 | 380 | 56 | 8 | 1 | 22 | 38 | 1 | | | | |
| 1998 | 242 | 35 | 5 | 1 | 11 | 22 | 0,3 | | | | |
| 1999 | 369 | 98 | 10 | 2 | 24 | 74 | 1 | | | | |
| 2000 | 922 | 170 | 25 | 3 | 65 | 124 | 2 | | | | |
| 2001 | 778 | 139 | 21 | 3 | 56 | 102 | 1 | | | | |
| 2002 | 104 | 57 | 5 | 1 | 10 | 47 | 1 | | | | |
| 2003 | 28 | 44 | 3 | 1 | 6 | 36 | 1 | | | | |
| 2004 | 13 | 39 | 3 | 1 | 6 | 33 | 1 | | | | |
| 2005 | 28 | 98 | 8 | 2 | 15 | 84 | 1 | | | | |
| 2006 | 19 | 2.128 | 171 | 48 | 343 | 1.919 | 31 | | | | |
| 2007 | 23 | 1.976 | 159 | 45 | 318 | 1.781 | 29 | | | | |
| 2008 | 20 | 2.284 | 406 | 72 | 1.356 | 1.752 | 35 | | | | |
| 2009 | 25 | 1.833 | 405 | 65 | 1.445 | 1.271 | 29 | | | | |
| 2010 | 25 | 2.659 | 863 | 120 | 3.332 | 1.433 | 45 | | | | |
| 2011 | 54 | 2.836 | 1.611 | 190 | 6.627 | 567 | 53 | | | | |
| 2012 | 59 | 2.976 | 1.755 | 206 | 7.241 | 499 | 56 | | | | |

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2,5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | 14 | 1,1 | 11 | 13 | 7 | 54 | 26 | 3 | 43 | | | |
| 1991 | 14 | 1,1 | 11 | 13 | 7 | 53 | 26 | 3 | 43 | | | |
| 1992 | 3 | 0,5 | 3 | 3 | 2 | 22 | 7 | 1 | 10 | | | |
| 1993 | 3 | 0,4 | 2 | 2 | 1 | 19 | 5 | 1 | 7 | | | |
| 1994 | 4 | 0,5 | 3 | 4 | 2 | 24 | 7 | 1 | 11 | | | |
| 1995 | 3 | 1,1 | 3 | 3 | 1 | 56 | 5 | 1 | 6 | | | |
| 1996 | 3 | 0,9 | 3 | 3 | 1 | 42 | 5 | 1 | 7 | | | |
| 1997 | 2 | 0,9 | 2 | 2 | 1 | 46 | 4 | 1 | 3 | | | |
| 1998 | 1 | 1,0 | 2 | 1 | 1 | 48 | 3 | 1 | 2 | | | |
| 1999 | 2 | 1,6 | 4 | 2 | 1 | 79 | 4 | 2 | 2 | | | |
| 2000 | 4 | 1,1 | 4 | 4 | 2 | 55 | 7 | 1 | 9 | 17 | 61 | 119 |
| 2001 | 3 | 0,7 | 3 | 3 | 1 | 34 | 6 | 1 | 8 | 14 | 52 | 103 |
| 2002 | 0,7 | 0,6 | 1,3 | 0,7 | 0,3 | 30 | 1,4 | 0,6 | 0,6 | 3 | 5 | 8 |
| 2003 | 0,7 | 0,7 | 1,4 | 0,7 | 0,3 | 35 | 1,4 | 0,7 | 0,1 | 2 | 2 | 3 |
| 2004 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 16 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 1 | 1 | 1 |
| 2005 | 0,7 | 0,7 | 1,4 | 0,7 | 0,4 | 35 | 1,4 | 0,7 | 0,1 | 2 | 3 | 3 |
| 2006 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 0,5 | 3,6 | 24 | 1,0 | 0,5 | 0,1 | 8 | 8 | 9 |
| 2007 | 0,6 | 0,6 | 1,2 | 0,6 | 3,4 | 29 | 1,2 | 0,6 | 0,1 | 8 | 8 | 9 |
| 2008 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,3 | 3,2 | 14 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 99 | 124 | 174 |
| 2009 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,4 | 2,4 | 19 | 0,8 | 0,4 | 0,1 | 112 | 141 | 200 |
| 2010 | | | | | 2,6 | | | | | 274 | 347 | 494 |
| 2011 | | | | | 1,0 | | | | | 573 | 729 | 1.041 |
| 2012 | | | | | 0,9 | | | | | 628 | 799 | 1.140 |

Tabla 1.8.3.- Emisiones (Continuación)**01.05.03: Plantas < 50 MWt (Calderas)**

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | 0,0203 | 290 | |
| 1991 | | | | | | | | | 0,0202 | 288 | |
| 1992 | | | | | | | | | 0,0060 | 85 | |
| 1993 | | | | | | | | | 0,0036 | 50 | |
| 1994 | | | | | | | | | 0,0050 | 71 | |
| 1995 | | | | | | | | | 0,0027 | 36 | |
| 1996 | | | | | | | | | 0,0033 | 45 | |
| 1997 | | | | | | | | | 0,0016 | 20 | |
| 1998 | | | | | | | | | 0,0009 | 10 | |
| 1999 | | | | | | | | | 0,0013 | 14 | |
| 2000 | | | | | | | | | 0,0042 | 58 | |
| 2001 | | | | | | | | | 0,0036 | 50 | |
| 2002 | | | | | | | | | 0,0003 | 3 | |
| 2003 | | | | | | | | | 0,0001 | | |
| 2004 | | | | | | | | | 0,0001 | | |
| 2005 | | | | | | | | | 0,0001 | | |
| 2006 | | | | | | | | | 0,0001 | | |
| 2007 | | | | | | | | | 0,0001 | | |
| 2008 | | | | | | | | | 0,12 | 202 | 0,0001 |
| 2009 | | | | | | | | | 0,13 | 235 | 0,0001 |
| 2010 | | | | | | | | | 0,34 | 593 | 0,0003 |
| 2011 | | | | | | | | | 0,72 | 1.262 | 0,0006 |
| 2012 | | | | | | | | | 0,79 | 1.383 | 0,0007 |

Nota.- En la estimación de las emisiones de esta actividad se ha identificado tras la generación del Inventario un error en los factores de emisión de PCB de la madera en la base de datos. En la tabla se muestran las cifras correctas de emisiones. Este error será corregido en la siguiente edición del Inventario.

01.05.04: Turbinas de gas

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | | | |
| 1991 | | | | | | | | | | | |
| 1992 | | | | | | | | | | | |
| 1993 | | | | | | | | | | | |
| 1994 | | | | | | | | | | | |
| 1995 | | | | | | | | | | | |
| 1996 | | | | | | | | | | | |
| 1997 | | | | | | | | | | | |
| 1998 | | | | | | | | | | | |
| 1999 | | | | | | | | | | | |
| 2000 | | 0,2 | 0,01 | 0,004 | 0,01 | 0,1 | 0,001 | | | | |
| 2001 | | | | | | | | | | | |
| 2002 | | | | | | | | | | | |
| 2003 | | | | | | | | | | | |
| 2004 | | | | | | | | | | | |
| 2005 | | 9 | 0,3 | 0,2 | 1 | 3 | 0,1 | | | | |
| 2006 | | 3.635 | 126 | 88 | 220 | 1.234 | 29 | | | | |
| 2007 | | 3.420 | 118 | 83 | 207 | 1.161 | 27 | | | | |
| 2008 | | 3.375 | 117 | 82 | 205 | 1.145 | 27 | | | | |
| 2009 | | 2.459 | 85 | 60 | 149 | 834 | 19 | | | | |
| 2010 | | 2.751 | 95 | 67 | 167 | 934 | 22 | | | | |
| 2011 | | 1.042 | 36 | 25 | 63 | 354 | 8 | | | | |
| 2012 | | 949 | 33 | 23 | 58 | 322 | 7 | | | | |

Tabla 1.8.3.- Emisiones (Continuación)

01.05.05: Motores estacionarios

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | 276 | 2.802 | 135 | 470 | 863 | 224 | 6 | | | | |
| 1991 | 300 | 3.296 | 217 | 764 | 1.301 | 287 | 7 | | | | |
| 1992 | 288 | 3.078 | 185 | 647 | 1.125 | 263 | 6 | | | | |
| 1993 | 300 | 3.074 | 155 | 540 | 980 | 250 | 6 | | | | |
| 1994 | 281 | 2.522 | 44 | 136 | 389 | 169 | 4 | | | | |
| 1995 | 258 | 2.488 | 76 | 255 | 548 | 181 | 4 | | | | |
| 1996 | 290 | 3.253 | 205 | 721 | 1.239 | 282 | 7 | | | | |
| 1997 | 346 | 3.468 | 125 | 424 | 855 | 260 | 6 | | | | |
| 1998 | 396 | 3.916 | 109 | 363 | 810 | 280 | 7 | | | | |
| 1999 | 404 | 3.873 | 83 | 268 | 679 | 267 | 7 | | | | |
| 2000 | | 256 | 71 | 260 | 371 | 46 | 1 | | | | |
| 2001 | | 16 | 5 | 17 | 24 | 3 | 0,1 | | | | |
| 2002 | | 17 | 5 | 17 | 24 | 3 | 0,1 | | | | |
| 2003 | | 13 | 4 | 14 | 20 | 2 | 0,1 | | | | |
| 2004 | | 15 | 4 | 16 | 22 | 3 | 0,1 | | | | |
| 2005 | 0,1 | 174 | 48 | 175 | 250 | 31 | 1 | | | | |
| 2006 | 2,1 | 3.645 | 1.011 | 3.670 | 5.252 | 652 | 15 | | | | |
| 2007 | 1,3 | 3.341 | 928 | 3.371 | 4.823 | 598 | 14 | | | | |
| 2008 | 0,5 | 3.274 | 910 | 3.307 | 4.731 | 587 | 14 | | | | |
| 2009 | 1,6 | 2.531 | 701 | 2.545 | 3.642 | 452 | 10 | | | | |
| 2010 | 2,8 | 2.881 | 795 | 2.889 | 4.135 | 514 | 12 | | | | |
| 2011 | 0,3 | 1.500 | 416 | 1.512 | 2.163 | 268 | 6 | | | | |
| 2012 | 0,2 | 1.648 | 458 | 1.663 | 2.380 | 295 | 7 | | | | |

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2,5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | | | | | 0,15 | | | | | | | |
| 1991 | | | | | 0,24 | | | | | | | |
| 1992 | | | | | 0,20 | | | | | | | |
| 1993 | | | | | 0,17 | | | | | | | |
| 1994 | | | | | 0,04 | | | | | | | |
| 1995 | | | | | 0,08 | | | | | | | |
| 1996 | | | | | 0,23 | | | | | | | |
| 1997 | | | | | 0,13 | | | | | | | |
| 1998 | | | | | 0,11 | | | | | | | |
| 1999 | | | | | 0,08 | | | | | | | |
| 2000 | | | | | 0,08 | | | | | 0,16 | 0,16 | 0,16 |
| 2001 | | | | | 0,005 | | | | | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 2002 | | | | | 0,005 | | | | | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 2003 | | | | | 0,004 | | | | | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 2004 | | | | | 0,005 | | | | | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 2005 | | | | | 0,055 | | | | | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 2006 | | | | | 1,16 | | | | | 2,41 | 2,41 | 2,41 |
| 2007 | | | | | 1,07 | | | | | 2,19 | 2,19 | 2,19 |
| 2008 | | | | | 1,05 | | | | | 2,13 | 2,13 | 2,13 |
| 2009 | | | | | 0,81 | | | | | 1,69 | 1,69 | 1,69 |
| 2010 | | | | | 0,91 | | | | | 1,95 | 1,95 | 1,95 |
| 2011 | | | | | 0,48 | | | | | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| 2012 | | | | | 0,53 | | | | | 1,08 | 1,08 | 1,08 |

Tabla 1.8.3.- Emisiones (Continuación)

01.05.05: Motores estacionarios

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
| 1990 | | | | | | | | | 0,0009 | | 2,54E-07 |
| 1991 | | | | | | | | | 0,0010 | | 2,76E-07 |
| 1992 | | | | | | | | | 0,0010 | | 2,65E-07 |
| 1993 | | | | | | | | | 0,0010 | | 2,76E-07 |
| 1994 | | | | | | | | | 0,0009 | | 2,59E-07 |
| 1995 | | | | | | | | | 0,0009 | | 2,43E-07 |
| 1996 | | | | | | | | | 0,0010 | | 2,76E-07 |
| 1997 | | | | | | | | | 0,0012 | | 3,31E-07 |
| 1998 | | | | | | | | | 0,0014 | | 3,86E-07 |
| 1999 | | | | | | | | | 0,0014 | | 3,91E-07 |
| 2000 | | | | | | | | | | | |
| 2001 | | | | | | | | | | | |
| 2002 | | | | | | | | | | | |
| 2003 | | | | | | | | | | | |
| 2004 | | | | | | | | | | | |
| 2005 | | | | | | | | | 0,000001 | | 1,69E-10 |
| 2006 | | | | | | | | | 0,000008 | | 2,33E-09 |
| 2007 | | | | | | | | | 0,000005 | | 1,39E-09 |
| 2008 | | | | | | | | | 0,000004 | | 9,78E-10 |
| 2009 | | | | | | | | | 0,000007 | | 1,95E-09 |
| 2010 | | | | | | | | | 0,000011 | | 3,13E-09 |
| 2011 | | | | | | | | | 0,000003 | | 7,32E-10 |
| 2012 | | | | | | | | | 0,000002 | | 6,33E-10 |

Nota.- En la estimación de las emisiones de esta actividad se ha identificado tras la generación del Inventario un error en las emisiones de PCB del gasóleo en la base de datos. En la tabla se muestran las cifras correctas de emisiones. Este error será corregido en la siguiente edición del Inventario.

01.05.06: Compresores (para transporte por tubería)

| AÑO | ACIDIFICADORES, PRECURSORES DEL OZONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO | | | | | | | | | | |
|------|---|------------------------|--------------|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | SO ₂ (t) | NO _x (t) | COVNM (t) | CH ₄ (t) | CO (t) | CO ₂ (kt) | N ₂ O (t) | NH ₃ (t) | SF ₆ (kg) | HFC (kg) | PFC (kg) |
| 1990 | 5 | 78 | 0,4 | 0,3 | 7 | 20 | 1 | | | | |
| 1991 | 1 | 56 | 0,4 | 0,4 | 6 | 25 | 1 | | | | |
| 1992 | 5 | 79 | 0,4 | 0,3 | 7 | 21 | 1 | | | | |
| 1993 | 22 | 225 | 1 | 1 | 20 | 32 | 1 | | | | |
| 1994 | 18 | 253 | 1 | 1 | 23 | 56 | 2 | | | | |
| 1995 | 16 | 289 | 1 | 1 | 26 | 59 | 2 | | | | |
| 1996 | 14 | 399 | 2 | 2 | 39 | 133 | 5 | | | | |
| 1997 | 20 | 516 | 3 | 3 | 50 | 160 | 6 | | | | |
| 1998 | 17 | 335 | 2 | 1 | 31 | 78 | 3 | | | | |
| 1999 | 15 | 327 | 2 | 1 | 31 | 87 | 3 | | | | |
| 2000 | 11 | 388 | 2 | 2 | 38 | 141 | 5 | | | | |
| 2001 | 10 | 557 | 4 | 4 | 57 | 240 | 9 | | | | |
| 2002 | 10 | 639 | 5 | 4 | 66 | 283 | 11 | | | | |
| 2003 | 11 | 652 | 5 | 4 | 67 | 285 | 11 | | | | |
| 2004 | 9 | 547 | 4 | 4 | 56 | 243 | 9 | | | | |
| 2005 | 1 | 1.307 | 29 | 22 | 108 | 559 | 18 | | | | |
| 2006 | 0,4 | 714 | 16 | 12 | 59 | 309 | 10 | | | | |
| 2007 | 0,4 | 610 | 13 | 10 | 51 | 266 | 9 | | | | |
| 2008 | 0,3 | 662 | 15 | 11 | 55 | 283 | 9 | | | | |
| 2009 | 0,6 | 670 | 15 | 11 | 55 | 284 | 9 | | | | |
| 2010 | 0,2 | 724 | 17 | 13 | 58 | 305 | 10 | | | | |
| 2011 | 0,2 | 695 | 16 | 12 | 57 | 295 | 9 | | | | |
| 2012 | 0,2 | 663 | 15 | 11 | 55 | 284 | 9 | | | | |

Tabla 1.8.3.- Emisiones (Continuación)

01.05.06: Compresores (para transporte por tubería)

| AÑO | METALES PESADOS | | | | | | | | | PARTÍCULAS | | |
|------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|-------------------------|------------|
| | As (kg) | Cd (kg) | Cr (kg) | Cu (kg) | Hg (kg) | Ni (kg) | Pb (kg) | Se (kg) | Zn (kg) | PM _{2,5} (t) | PM ₁₀ (t) | PST (t) |
| 1990 | | | | | | | | | | | | |
| 1991 | | | | | | | | | | | | |
| 1992 | | | | | | | | | | | | |
| 1993 | | | | | | | | | | | | |
| 1994 | | | | | | | | | | | | |
| 1995 | | | | | | | | | | | | |
| 1996 | | | | | | | | | | | | |
| 1997 | | | | | | | | | | | | |
| 1998 | | | | | | | | | | | | |
| 1999 | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | | | | | | | | | | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 2001 | | | | | | | | | | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| 2002 | | | | | | | | | | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| 2003 | | | | | | | | | | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| 2004 | | | | | | | | | | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| 2005 | | | | | 0,4 | | | | | 1,9 | 1,9 | 1,9 |
| 2006 | | | | | 0,2 | | | | | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 2007 | | | | | 0,2 | | | | | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 2008 | | | | | 0,2 | | | | | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 2009 | | | | | 0,2 | | | | | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 2010 | | | | | 0,3 | | | | | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 2011 | | | | | 0,2 | | | | | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 2012 | | | | | 0,2 | | | | | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

| AÑO | CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES | | | | | | | | | DIOX (g) | HAP (kg) | PCB (kg) |
|------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|-------------|
| | HCH (kg) | PCP (kg) | HCB (kg) | TCM (kg) | TRI (kg) | PER (kg) | TCB (kg) | TCE (kg) | | | | |
| 1990 | | | | | | | | | | 0,000018 | | |
| 1991 | | | | | | | | | | 0,000004 | | |
| 1992 | | | | | | | | | | 0,000018 | | |
| 1993 | | | | | | | | | | 0,000074 | | |
| 1994 | | | | | | | | | | 0,000066 | | |
| 1995 | | | | | | | | | | 0,000080 | | |
| 1996 | | | | | | | | | | 0,000068 | | |
| 1997 | | | | | | | | | | 0,000098 | | |
| 1998 | | | | | | | | | | 0,000084 | | |
| 1999 | | | | | | | | | | 0,000074 | | |
| 2000 | | | | | | | | | | 0,000056 | | |
| 2001 | | | | | | | | | | 0,000050 | | |
| 2002 | | | | | | | | | | 0,000052 | | |
| 2003 | | | | | | | | | | 0,000056 | | |
| 2004 | | | | | | | | | | 0,000044 | | |
| 2005 | | | | | | | | | | 0,000006 | | 1,09E-11 |
| 2006 | | | | | | | | | | 0,000002 | | 3,97E-11 |
| 2007 | | | | | | | | | | 0,000002 | | 5,20E-11 |
| 2008 | | | | | | | | | | 0,000003 | | 2,43E-10 |
| 2009 | | | | | | | | | | 0,000006 | | 9,93E-10 |
| 2010 | | | | | | | | | | 0,000002 | | 7,22E-11 |
| 2011 | | | | | | | | | | 0,000002 | | 8,23E-11 |
| 2012 | | | | | | | | | | 0,000002 | | 1,04E-10 |

Nota.- En la estimación de las emisiones de esta actividad se ha identificado tras la generación del Inventario un error en los factores de emisión de PCB del gasóleo en la base de datos. En la tabla se muestran las cifras correctas de emisiones. Este error será corregido en la siguiente edición del Inventario.

1.8.4.- Criterio para la desagregación territorial de las emisiones

Para realizar el desglose provincial de la información de las actividades de este subgrupo se ha utilizado la siguiente información:

- En el subsector de “Minas de carbón”, los datos que figuran en la “Estadística Minera de España”¹¹ relativos a:
 - consumos de carbón propio en la producción de hulla y antracita (para la desagregación territorial de la hulla),
 - consumos de carbón propio en la producción de hulla sub-bituminosa (para la desagregación territorial del lignito negro),

Para el fuelóleo, el gasóleo, la madera y el gas natural, la desagregación se ha realizado utilizando como variable subrogada la producción de carbón nacional.

- En el subsector de “Extracción de petróleo y gas” se han utilizado las producciones de petróleo (para el gasóleo) y gas natural (para el gas natural) que figuran en la Enciclopedia OILGAS.
- En el subsector de “Otros sectores energéticos” se ha utilizado como variable subrogada la población¹².
- Para los compresores para transporte por tubería (consumos en sector sin especificar) se ha utilizado la información sobre estaciones de compresión facilitadas por ENAGAS, tomando como variable subrogada la emisión de las plantas compresoras, rellenando el Equipo de Trabajo de los Inventarios las carencias existentes en dicha información.

REFERENCIAS

- “Anuario Gas”. SEDIGAS.
- API Compendium (2001). Compendium of Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for the Oil and Gas Industry, Pilot Test Version. American Petroleum Institute, Washington DC, April 2001.

¹¹ Cabe mencionar que para el año 2002, al no haberse podido disponer de la “Estadística Minera en España” se ha utilizado para desagregar provincialmente la información correspondiente al año 2001.

¹² Estimaciones de población a 1 de julio del año correspondiente elaboradas por el INE: para el año 1990 de la estimación de la serie intercensal 1981-1991; para los años 1991-2001 de la estimación de la serie intercensal 1991-2001; para los años 2002-2011 de las “Proyecciones de Población a 1 de julio, escenario 2” basadas en la serie intercensal 1991-2001; y para 2012 de las estimaciones de las “Cifras de población”

- “Atmospheric Emission Inventory Guidelines for Persistent Organic Pollutants (POPs)”. A Report Prepared for External Affairs Canada. Prepared by Zdenek Parma et al. in association with Axys Environmental Consulting Ltd. Prague, July, 1995.
- CEPMEIP. Co-ordinated European Programme on Particulate Matter Emission Inventories, Projections and Guidance.
- CITEPA. “Etude sur le méthodes d’évaluation des quantités émises de particules fines (PM10 et inférieures) primaires et secondaires pour tous les secteurs d’activité en vue des inventaires”. Rapport final. Juillet 2002.
- 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.
- CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas). Estadísticas de base de consumos y características de combustibles y emisiones estimadas en centrales térmicas (años 1997-2002).
- Enciclopedia OILGAS. “Enciclopedia Nacional del Petróleo, Petroquímica y Gas”. Sede Técnica, S.A.
- “Energy Balance Sheets”. Eurostat.
- “Energy Statistics of OECD Countries”. International Energy Agency (IEA). OECD, Paris.
- EPA. Manuales de la Serie AP-42, diversas ediciones, de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.
- “Estadística de la Energía Eléctrica, Anexo IV/V”. Subdirección General de Planificación Energética y Seguimiento del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR).
- “Estadística Minera de España”. Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR).
- Guía de Buenas Prácticas de IPCC. “Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories”, 2000. IPCC-OECD-IEA.
- Guía IPCC 2006 para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. IPCC, 2006.
- Libro Guía EMEP/CORINAIR (1996). “Atmospheric Emission Inventory Guidebook”. First Edition. February 1996. UNECE-convention on long-range transboundary air pollution & European Environmental Agency.
- Libro Guía EMEP/CORINAIR. “Atmospheric Emission Inventory Guidebook”. Second Edition. September 1999. UNECE-convention on long-range transboundary air pollution & European Environmental Agency.

- Libro Guía EMEP/CORINAIR. "Atmospheric Emission Inventory Guidebook". Third Edition. Updated to December 2006. UNECE-Convention on long-range transboundary air pollution & European Environmental Agency.
- Libro Guía EMEP/CORINAIR. "Atmospheric Emission Inventory Guidebook". Third Edition. Updated to December 2007. UNECE-Convention on long-range transboundary air pollution & European Environmental Agency.
- Libro Guía EMEP/EEA 2009. "Air Pollutant Emission Inventory Guidebook". UNECE-Convention on long-range transboundary air pollution & European Environmental Agency.
- Libro Guía EMEP/EEA 2013. "Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2013". EEA Technical Report No 12/2013. UNECE-Convention on long-range transboundary air pollution & European Environment Agency.
- "Los Transportes y los Servicios Postales. Informe Anual". Ministerio de Fomento. Esta publicación se denominaba "Los Transportes y las Comunicaciones" hasta el año 1998.
- Manual CORINAIR (1992). "Default Emission Factors Handbook". Second Edition. Edited by CITEPA for DG-XI CEC.
- Manual de Referencia IPCC. "Greenhouse Gas Inventory Reference Manual", Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC-OECD-IEA. 1997.
- OFICO (Oficina de Compensaciones de la Energía Eléctrica). Estadísticas de base de consumos y características de combustibles (años 1990-1994) y emisiones estimadas en centrales térmicas (años 1990-1996).
- OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995). "Technical Paper to the OSPARCOM-HELCOM-UNECE Emission Inventory of Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants. TNO Institute of Environmental Sciences, Energy Research and Process Innovation. 18 December 1995.
- UNESA/ENDESA/IBERDROLA/CIEMAT. "Emisiones de Metales Pesados en las Centrales Térmicas de Endesa". Grupo de Modelización de Metales Pesados (GMM). Agosto 1998.

