

Capítulo 5

Emisiones industriales

5.1 Introducción

El desarrollo de la sociedad tecnológica está íntimamente relacionado con el uso de la energía y la actividad industrial, actividades que contribuyen de manera significativa con los problemas de la contaminación del aire. Un porcentaje muy importante de la energía se consume en forma de electricidad, obtenida principalmente a partir de combustibles fósiles, del aprovechamiento hidroeléctrico, o de las reacciones de fisión nuclear. Aunque el porcentaje aún es pequeño, cada vez hay una mayor participación de la electricidad proveniente de fuentes renovables, como la eólica o la fotovoltaica.

Por otra parte, el nivel de actividad industrial; y por tanto sus emisiones, aumentan proporcionalmente con el crecimiento de la actividad económica. La industria de Cataluña es una de las más importantes dentro el ámbito español. Comprende, entre otros, una amplia variedad de centros de producción mineral, farmacéutico, químico, metalúrgico, alimentario y textil.

La diversidad y complejidad del sector industrial se refleja en la dificultad para la estimación de sus emisiones, que requiere de información específica de cada centro industrial (como el tipo y la cantidad de combustibles consumidos, los niveles de producción, calendarios laborales, o la disponibilidad / eficiencia de los sistemas de tratamiento de los gases de emisión). Para Cataluña, la información estadística es general y más bien sesgada hacia aspectos económicos, con un porcentaje importante de datos de producción considerados confidenciales (no disponibles al público). Adicionalmente, el grado de respuesta de los centros industriales ante el requerimiento de información sobre su modo de operación o producción fue lamentablemente bajo.

Se distinguen dos grupos de emisión: 1) las debidas al aprovechamiento energético de los combustibles, y 2) las relacionadas con los propios procesos de producción. Dentro de estas últimas y en relación con los precursores de ozono, son importantes las emisiones fugitivas de NMCOV relacionadas sobre todo con la petroquímica.

En este capítulo se presentan los modelos y su aplicación para la valoración de las emisiones debidas a la generación de energía eléctrica, así como las emisiones procedentes de los centros de producción más importantes de Cataluña, identificados como tales en relación con su consumo energético y por ende de su capacidad emisora.

5.2 Generación de energía eléctrica

El sistema típico de generación eléctrica se basa en el uso de grandes centrales (térmicas, hidroeléctricas, nucleares) desde donde se conduce y distribuye el flujo eléctrico hasta los sitios de consumo (industrias, hogares, metro, etc). Últimamente hay una tendencia al fomento de la generación en un número mayor de centros esparcidos geográficamente y más cercanos a los sitios de consumo, con menores potencias pero con mayores rendimientos energéticos.

La generación a partir de combustibles fósiles (carbón, fuelóleo, gasóleo, gas natural) consiste en su uso para la producción de vapor de agua que impulsa una turbina acoplada a un generador eléctrico. Alternativamente, se usan motores de combustión interna, especialmente en los generadores de pequeña potencia. El rendimiento energético es bajo, normalmente del orden de un

37 %, aunque en las nuevas centrales, como las de cogeneración o las de ciclo combinado el rendimiento puede ser mayor al 50 %.

Los gases de combustión se emiten finalmente hacia la atmósfera. El sector de la generación eléctrica constituye una de las fuentes más importantes de emisiones gaseosas.

5.2.1 La infraestructura de generación eléctrica de Cataluña

La legislación española actualmente vigente contempla dos grandes grupos de instalaciones de energía eléctrica: 1) las que se acogen al tipo de *Régimen Ordinario (RO)*, y 2) las que se acogen al tipo de *Régimen Especial (RE)* (DICT, 2002).

Las centrales eléctricas en RO utilizan combustibles fósiles como fuente de energía primaria, (carbón, gas natural y derivados del petróleo). Se ha planificado la futura incorporación de centrales de ciclo combinado con gas natural a este grupo de centrales. Un porcentaje importante de la generación en RO se realiza también por medio de grandes centrales hidráulicas y centrales nucleares.

Las centrales eléctricas en RE; que se gestionan por parte de pequeños productores, se basan en tecnologías que permiten el aprovechamiento de los recursos renovables, de los residuos y la cogeneración principalmente con gas natural. La Tabla 5.1 y la Figura 5.1 indican la composición de la potencia eléctrica instalada del equipo generador en Cataluña durante el año 2000. La potencia de las centrales en RO representa el 84.1% de la capacidad total instalada.

El 42 % de la potencia instalada en RO corresponde a las centrales nucleares de Ascó I, Ascó II y Vandellós; ubicadas en la zona central de las comarcas de Tarragona. El 28 % corresponde a grandes centrales hidroeléctricas emplazadas principalmente en el Pirineo. El 27 % corresponde a las centrales térmicas convencionales (fuelóleo – gas natural) de Besòs, Foix y Sant Adrià, que se emplazan en la zona litoral central de Cataluña. El 2 % de la potencia instalada en RO corresponde a la central térmica de carbón de Cercs, ubicada junto a las minas de carbón del Berguedà.

El 75 % de la potencia instalada en RE corresponde a numerosas centrales de cogeneración distribuidas en el territorio. El 15 % corresponde a pequeñas minicentrales hidroeléctricas. Los parques eólicos, la incineración y reducción de residuos, el aprovechamiento energético de la biomasa y la energía fotovoltaica, en conjunto representan algo más del 10 % de la potencia instalada en RE.

La Tabla 5.2 y la Figura 5.2 indican la composición de la generación eléctrica durante el año 2000 (79 % en RO y 21 % en RE).

Dentro del RO y en orden decreciente, la generación por tipo de central fue la siguiente: nuclear (62 %), hidroeléctrica (10 %), fuelóleo – gas natural (5 %), carbón (2 %).

Dentro del RE y en orden decreciente, la generación por tipo de central fue la siguiente: cogeneración (18 %), hidráulica (2 %), incineración de residuos (0.8 %), reducción de residuos (0.5 %), eólica (0.3 %) y biomasa (0.1 %).

Tabla 5.1: Potencia instalada en las centrales eléctricas de Cataluña en el año 2000 (DICT, 2002).

	Potencia instalada (MW)	%	%
Régimen Ordinario (RO)	7 397.8	84.1	100
Hidráulica	2 089.5		28.24
Carbón	160.0		2.16
Fuelóleo – Gas Natural	2 031.3		27.46
Nuclear	3 117.0		42.14
Régimen Especial (RE)	1 398.2	15.9	100.0
Hidráulica	203.6		14.56
Incineración de residuos	49.3		3.53
Reducción de residuos	30.0		2.15
Biomasa	0.5		0.04
Metanización de residuos	3.8		0.27
Cogeneración (Gas Natural y otros)	1 050.4		75.12
Eólica	59.4		4.25
Fotovoltaica	1.1		0.08
Total:	8 796.0	100	

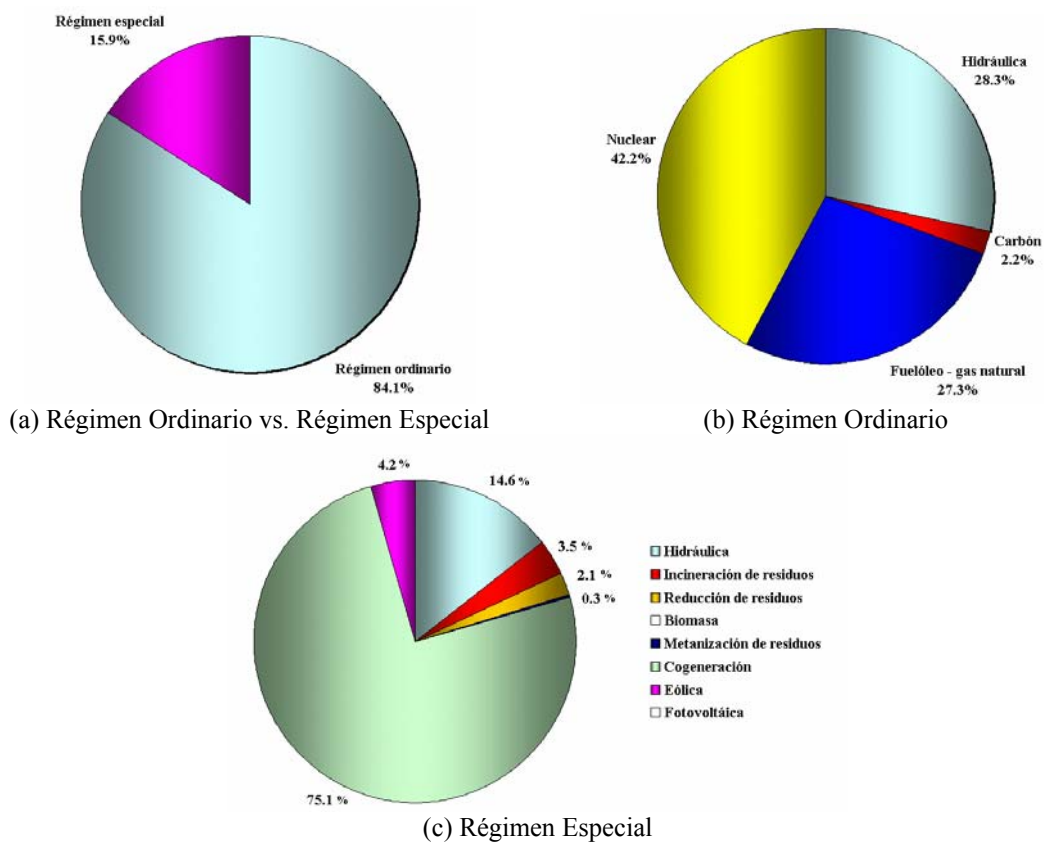


Figura 5.1: Composición de la potencia del equipo generador de energía eléctrica en Cataluña en el año 2000.

Tabla 5.2: Composición de la generación bruta de energía eléctrica en Cataluña durante el año 2000 (DICT, 2002).

	Producción bruta (GWh a ⁻¹)	%	%
Régimen Ordinario (RO)	29 967.2	78.8	100
Hidráulica	3 823.8		12.76
Carbón	767.6		2.56
Fuelóleo – Gas Natural	1 686.6		5.63
Nuclear	23 689.2		79.05
Régimen Especial (RE)	8 071.1	21.2	100
Mini-Hidráulica	712.6		8.83
Incineración de residuos	304.4		3.77
Reducción de residuos	197.1		2.44
Biomasa	0.7		0.01
Metanización de residuos	28.8		0.36
Cogeneración (Gas Natural y otros)	6 722.6		83.30
Eólica	103.7		1.28
Fotovoltaica	1.2		0.01
Total:	38 038.3	100	

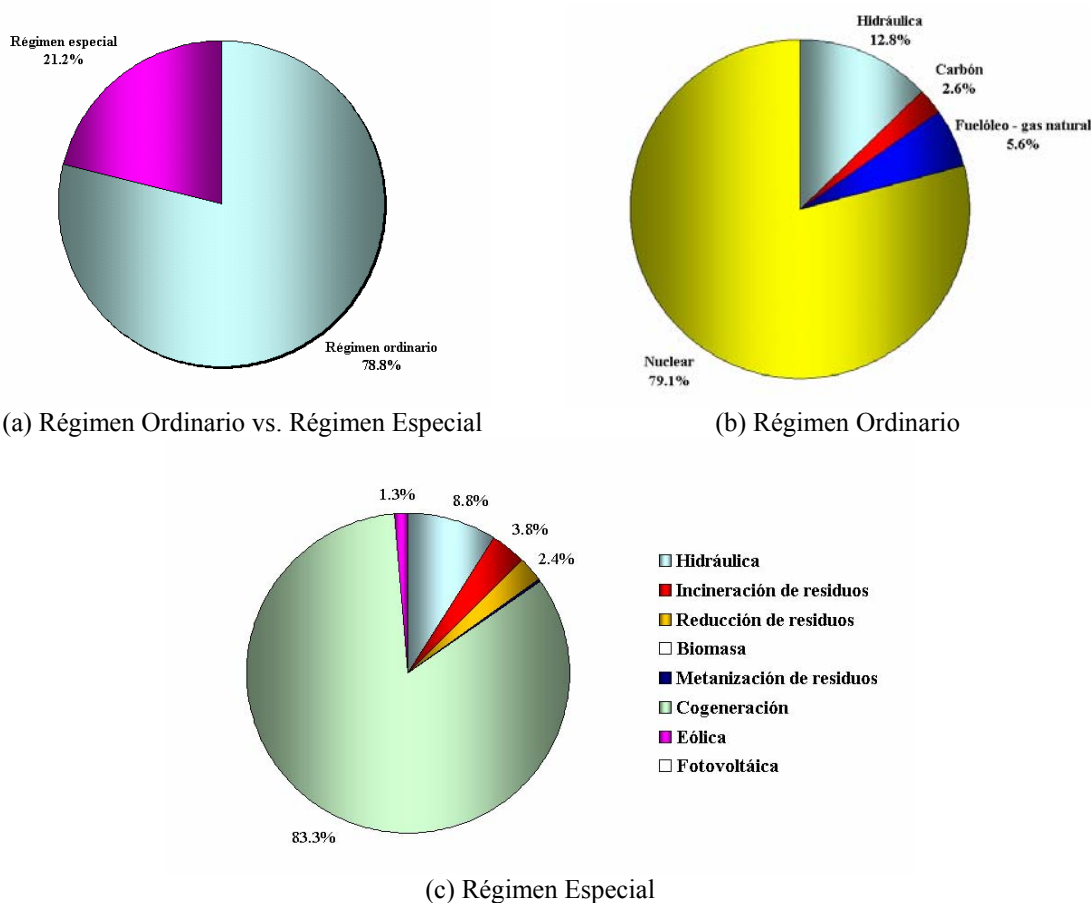


Figura 5.2: Composición de la producción bruta de energía eléctrica en Cataluña en el año 2000.

5.2.2 Modelo de emisiones

Las emisiones anuales se obtienen mediante la aplicación de la Ecuación 5.1:

$$E_{ij}(k, \text{anual}) = 1000000 \cdot GA_j(k) \cdot FE_{ij} \quad 5.1$$

Parámetros:

- i : contaminante/GEI (NO_x, NMCOV, CO, SO₂, PST, CO₂, CH₄ y N₂O).
 j : central de generación eléctrica de orden j, que se ubica en la celda k

Término:

E_{ij}(k,anual): emisión anual del contaminante i de la central eléctrica j, que se ubica en la celda de orden kth. Se expresa en g a⁻¹ (excepto para el CO₂, que se expresa en kg a⁻¹).

Datos:

FE_{ij} : factor de emisión del contaminante i que corresponde a la central eléctrica j. Se expresa en g kWh⁻¹ (excepto para el CO₂, que se expresa en kg kWh⁻¹).

GA_j(k): generación bruta anual de la central eléctrica en la central j, que se ubica en la celda k. Se expresa en GWh a⁻¹.

Las emisiones mensuales se estiman mediante la aplicación de la Ecuación 5.2:

$$E_{ij}^m(k, \text{mensual}) = F_{mj} \cdot E_{ij}(k, \text{anual}) \quad 5.2$$

Parámetro:

m: índice de mes (1, 2,, 12)

Término:

E_{ij}^m(k,mensual): emisión durante el mes m del contaminante i, producida en la central j. Se expresa en g mes⁻¹ (excepto para el CO₂, que se expresa en kg mes⁻¹).

Dato:

F_{mj}: fracción de generación eléctrica del mes de orden m de la central j.

Las emisiones diarias se estiman mediante la Ecuación 5.3 para el caso de días laborables, o mediante la Ecuación 5.4 para el caso de días festivos:

$$\text{Día laborable:} \quad E_{mij}^d(k, \text{diario}) = \frac{E_{ij}^m(k, \text{mensual})}{NI_m + r \cdot Nf_m} \quad 5.3$$

$$\text{Día festivo:} \quad E_{mij}^d(k, \text{diario}) = r \cdot \frac{E_{ij}^m(k, \text{mensual})}{NI_m + r \cdot Nf_m} \quad 5.4$$

Término:

E_{mij}^d(k, diario): emisión durante el día d (laborable o festivo) del mes m, del contaminante i producida por la central j. Se expresa en g d⁻¹ (excepto para el CO₂, que se expresa en kg d⁻¹).

Dato:

NI_m: número de días laborables del mes m.

Nf_m : número de días festivos del mes m.
 r : relación de consumo eléctrico entre un día festivo y un día laborable.

Las emisiones horarias se estiman mediante la Ecuación 5.5:

$$E_{dmij}^h(k, \text{horario}) = F_h \cdot E_{mij}^d(k, \text{diario}) \quad 5.5$$

Parámetro:

h : índice horario (1, 2,24)

Término:

$E_{dmij}^h(k, \text{horario})$: emisión durante la hora h del día d , del contaminante i de la central j . Se expresa en $g h^{-1}$ (excepto para el CO_2 , $kg h^{-1}$).

Dato:

F_h : fracción de consumo de la hora h con respecto al consumo diario.

El modelo descrito se aplica en su totalidad a las centrales en RO. Para el caso de las centrales en RE, el tratamiento de las emisiones horarias es específico, tal y como se indica más adelante.

5.2.3 Centrales en Régimen Ordinario

La Tabla 5.3, indica la información de producción anual bruta de electricidad en RO por central (dato $GA_j(k)$ de la Ecuación 5.1), el combustible utilizado, las coordenadas UTM, la altura y el diámetro de la chimenea de expulsión de los gases de combustión. La Figura 5.3 indica la ubicación de las centrales.

Tabla 5.3: Producción anual bruta de energía eléctrica y otra información de las centrales en Régimen Ordinario de Cataluña durante el año 2000.

Central	Combustible	Coordenadas UTM(m)		Datos de la chimenea		Producción (GWh a ⁻¹)(1)
		X	Y	Altura (m)	Diámetro (m)	
Besòs I	Gas natural	436 155	4 586 492	200	4.35	45.3
Besòs II	Gas natural	436 242	4 586 604	200	4.35	253.5
Besòs III	Fuelóleo-Bia	436 199	4 586 551	200	4.35	104.6
Foix I	Gas natural	387 398	4 562 156	175	8.44	533.1
Foix II	Fuelóleo-Bia	387 398	4 562 156	175	8.44	112.2
Sant Adrià I	Gas natural	435 774	4 585 779	80	3.24	374.1
Sant Adrià II	Fuelóleo-Bia	435 738	4 585 723	120	5.75	263.8
Cercs	Lignito	405 750	4 669 925	120	4.40	323.6
Cercs	Hulla	405 750	4 669 925	120	4.40	444.0
Total:						2 454.2

(1) Fuente: (DICT, 2000a; b; c; d; e, f, g; h; i; j; k; l; 2002).

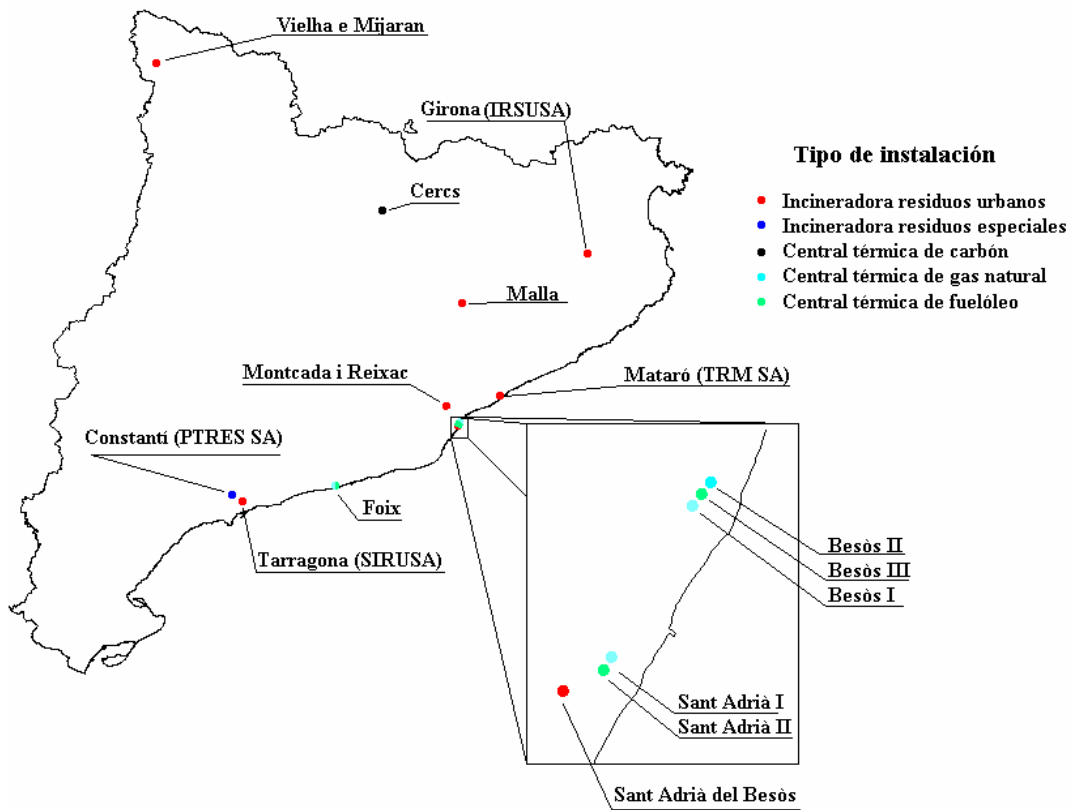


Figura 5.3: Ubicación de las centrales térmicas convencionales de gas natural/fuelóleo Bia y de incineración de residuos existentes en Cataluña en el año 2000.

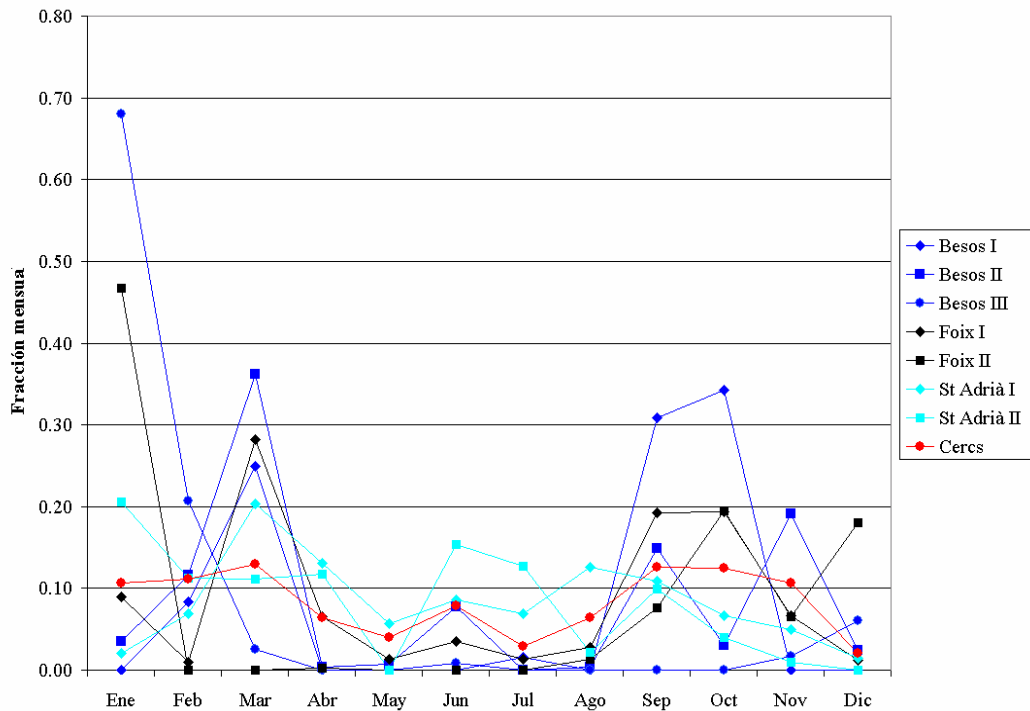


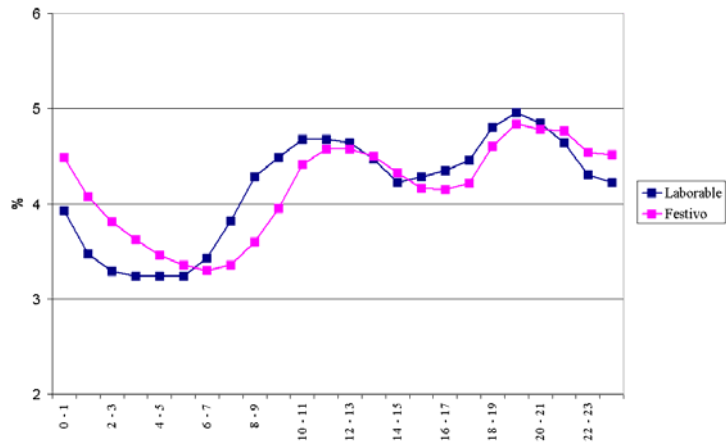
Figura 5.4: Fracción mensual de generación eléctrica de las centrales convencionales de gas natural, fuelóleo Bia y carbón en Cataluña durante el año 2000 (DICT, 2000a; b; c; d; e, f, g; h; i; j; k; l).

La Figura 5.4 indica los perfiles de producción mensual de las centrales (dato F_{mj} de la Ecuación 6.2), deducidos de la información de los boletines de coyuntura eléctrica de Cataluña (DICT, 2000a; b; c; d; e, f, g; h; i; j; k; l). Se observa falta de uniformidad en la producción durante el año 2000; por ejemplo, las centrales Besòs I y Foix II presentan un porcentaje alto de producción de enero. En agosto, época crítica por los eventos de contaminación por ozono, la fracción más alta de producción mensual corresponde a Sant Adrià II, en tanto que la participación de las otras centrales fue menor o nula.

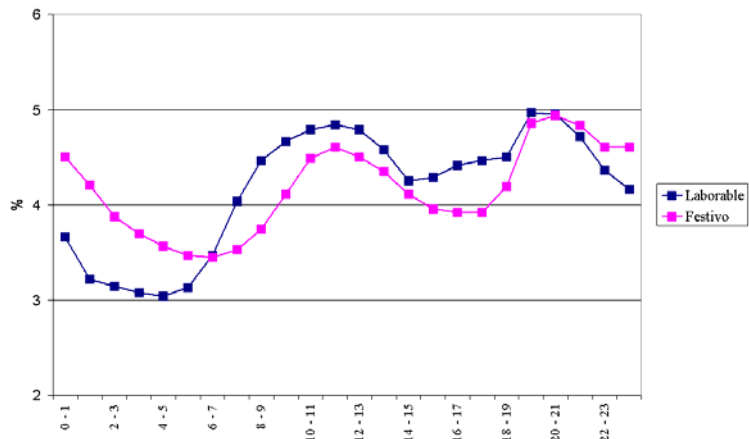
En una semana típica, las mayores demandas de electricidad ocurren en los días martes a viernes, y es menor durante los sábados y domingos. En el Atlas de la demanda eléctrica española (REE, 2003), se asigna 1 al día miércoles como número de referencia, y se describe la semana típica de consumo mediante los siguientes coeficientes: lunes 0.95, martes 1, miércoles 1, jueves 1, viernes 1, sábado 0.85 y domingo 0.75.

En base a esta configuración, para el modelo de emisiones de EMICAT2000 se asumieron para los días de lunes a viernes un factor de 1; y para los fines de semana y días festivos, un factor de 0.8. De esta manera la relación de consumo eléctrico entre un día festivo y un día laborable (dato r de la ecuaciones 5.3 y 5.4) se fijó en 0.8.

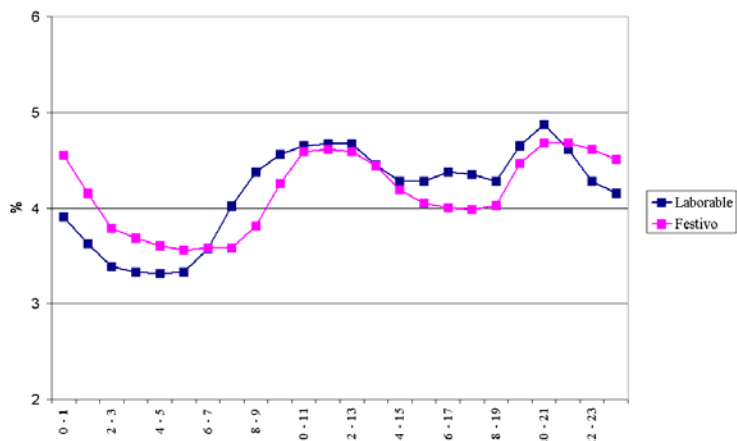
Para definir los valores de la fracción de consumo horario (dato F_h de la Ecuación 5.5), se elaboraron dos perfiles de generación horaria para cada mes del año, en base a los valores históricos de días laborables y no laborables tomados como representativos. Los datos de generación real horaria se obtuvieron de la página Web de Red Eléctrica de España (REE, 2003). La Figura 5.6, Figura 5.8, Figura 5.7 y Figura 5.8 indican los perfiles obtenidos. Estos perfiles se utilizan para caracterizar las emisiones horarias de las centrales de gas natural y fuelóleo, ya que se asume que éstas absorben la demanda eléctrica en horas punta. Para el caso de Cercs, se supone una operación continua durante el todo el día (es decir, $F_h = 1/24$).



Laborable: 12-ene (miércoles), no laborable: 15-ene (sábado)

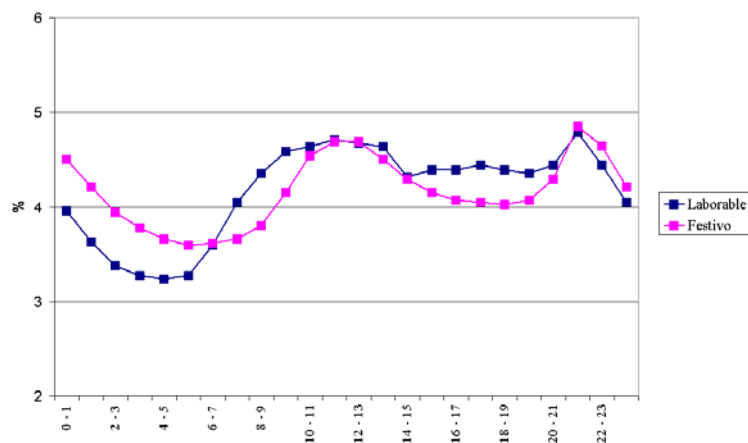


Laborable: 14-feb (lunes), no laborable: 12-feb (sábado)

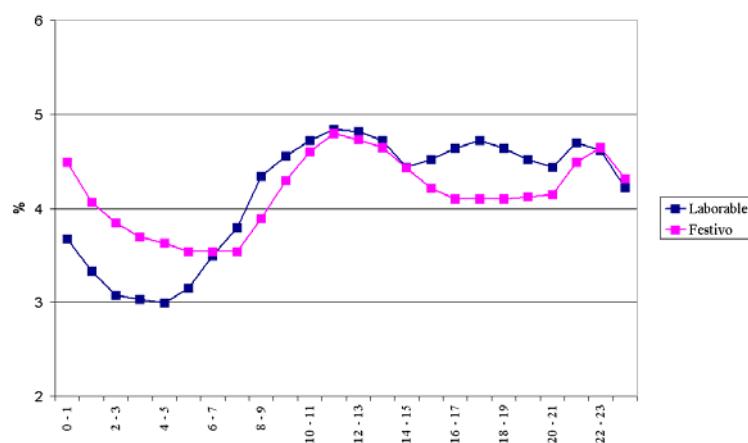


Laborable: 15-mar (miércoles), no laborable: 18-mar (sábado)

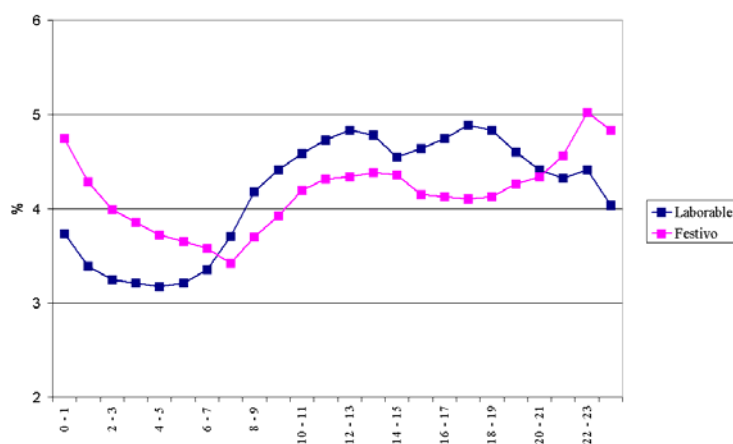
Figura 5.5: Perfiles horarios de generación eléctrica para días laborables y no laborables de enero a marzo del año 2000. Fuente: Elaborado con información histórica obtenida de la página Web de Red Eléctrica de España (REE, 2003).



Laborable: 12-abr (miércoles), no laborable: 15-abr (sábado)

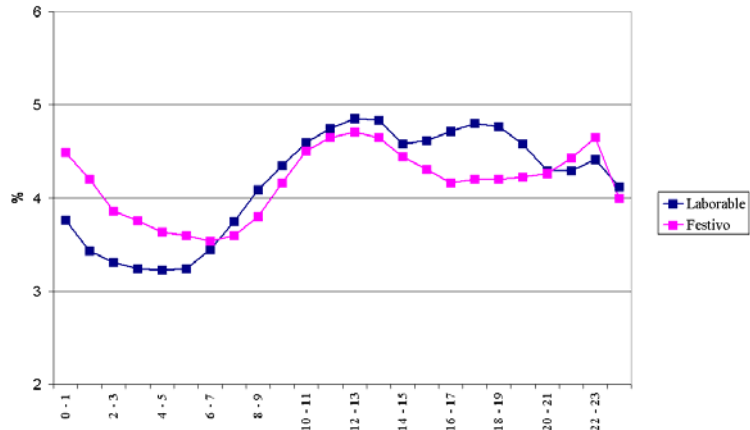


Laborable: 15-may (lunes), no laborable: 20 – may (sábado)

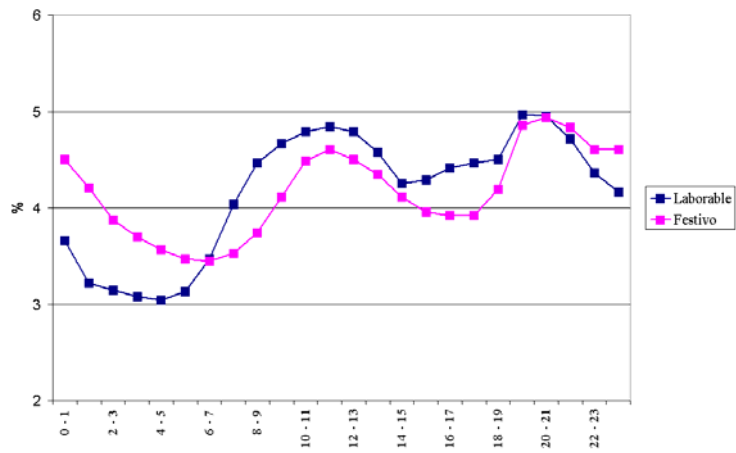


Laborable: 15-jun (jueves), no laborable: 18-jun (domingo)

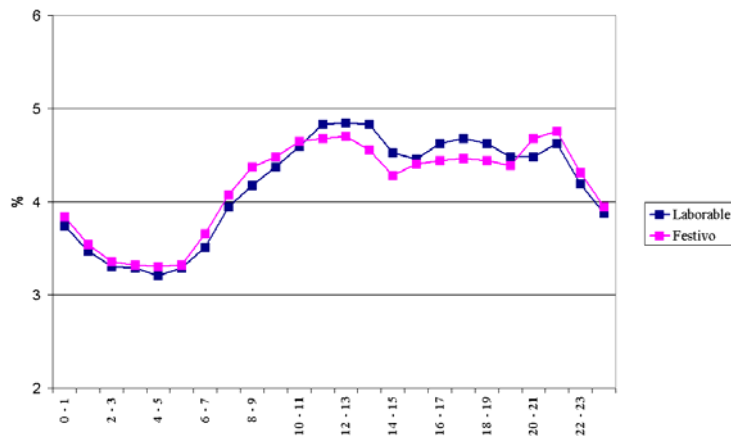
Figura 5.6: Perfiles horarios de generación eléctrica para días laborables y no laborables de abril a junio del año 2000. Fuente: Elaborado con información histórica obtenida de la página Web de Red Eléctrica de España (REE, 2003).



Laborable: 19-jul (miércoles), no laborable: 15-jul (sábado)

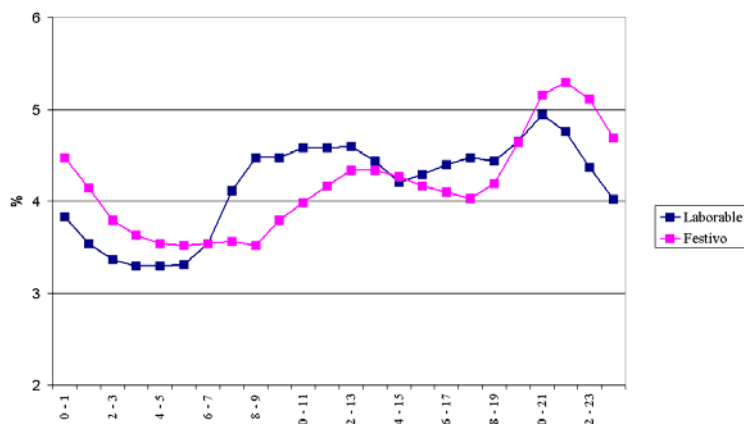


Laborable: 14-ago (lunes), no laborable: 19-ago (sábado)

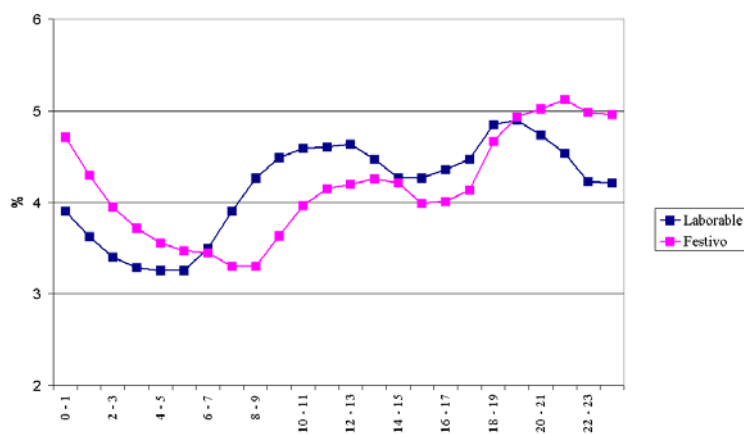


Laborable: 15-sep (martes), no laborable: 25.sep (sábado)

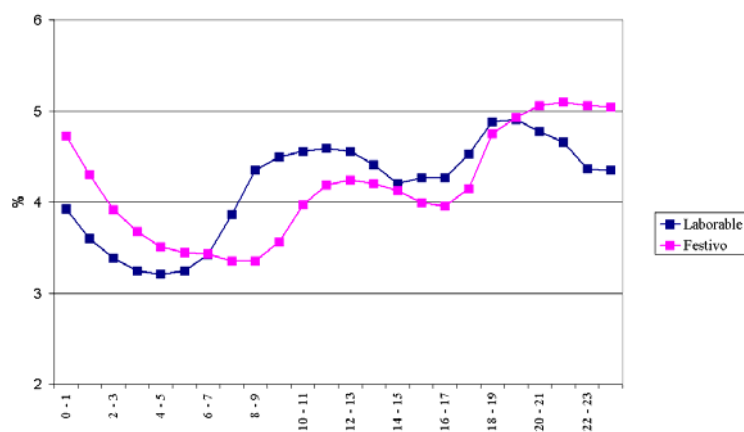
Figura 5.7 : Perfiles horarios de generación eléctrica para días laborables y no laborables de julio a septiembre del año 2000. Elaborado con información histórica obtenida de la página Web de Red Eléctrica de España (REE, 2003).



Laborable: 18-oct (miércoles), no laborable: 15-oct (domingo)



Laborable: 15-nov (miércoles), no laborable: 19-nov (domingo)



Laborable: 15-dic (viernes), no laborable: 17-dic (domingo)

Figura 5.8 : Perfiles horarios de generación eléctrica para días laborables y no laborables de septiembre a diciembre del año 2000. Elaborado con información histórica obtenida de la página Web de Red Eléctrica de España (REE, 2003).

De manera general se puede destacar la similitud de los perfiles, que presentan claramente dos valores máximos (hacia el medio día y primeras horas de la noche) y dos valores mínimos (durante la madrugada y luego del medio día). Para los días festivos, los perfiles presentan igual configuración, excepto que los valores máximos y mínimos se han desplazado hacia la derecha.

5.2.4 Factores de emisión para las centrales en Régimen Ordinario

Mediante la selección de factores de emisión térmicos desde diferentes fuentes de consulta, se dedujeron los respectivos factores de emisión eléctricos para cada tipo de central (ver la Tabla 5.4).

Para el gas natural se consideró un *poder calorífico inferior (PCI)* de 39.7 MJ m⁻³ y un rendimiento energético de la central del 37 %. El factor de emisión para el SO₂ se establece considerando un contenido de azufre del 0.007 5 g m⁻³ y asumiendo que éste se oxida completamente a SO₂.

Según información proporcionada por el ICAEN, las centrales en RO consumen fuelóleo tipo Bia. Sus factores de emisión eléctricos se definieron con un PCI de 40.19 MJ kg⁻¹, una densidad de 0.96 kg l⁻¹, y un rendimiento energético del 37%. El factor de emisión para el SO₂ se dedujo con un contenido de azufre del 1 % y asumiendo que éste se oxida completamente a SO₂. El factor de emisión para las PST, se establece según la Ecuación 5.6 (US EPA, 2003):

$$PM = 9.19 * S + 3.22 \quad 5.6$$

Siendo PM el factor de emisión de partículas (que se obtiene en libras por 1 000 galones de fuelóleo consumido), y S el porcentaje de azufre que contiene el fuelóleo.

En Cercs se consume lignito y hulla. Los factores de emisión eléctricos debido al consumo de lignito se definieron utilizando un PCI de 13.4 MJ kg⁻¹ y un rendimiento energético del 36 %. El factor de emisión para el SO₂ se establece con un contenido de azufre del 3 % y asumiendo que se oxida completamente a SO₂. Para la hulla se consideró un PCI de 25.9 MJ kg⁻¹ y un rendimiento energético del 36 %. El factor de emisión para el SO₂ se establece con un contenido de azufre del 0.6 %. Los factores de emisión de las partículas consideran una eficiencia del 95 % en la reducción de la emisión a causa de filtro electrostático de la central de Cercs.

Los rendimientos energéticos corresponden a los porcentajes utilizados en el plan de energía de Cataluña con horizonte al año 2010 (DICT, 2002), que fueron definidos por el ICAEN.

Tabla 5.4: Factores de emisión eléctricos para las centrales convencionales térmicas de Régimen Ordinario (EEA, 2001), (USEPA, 2003).

Contaminante	Combustible				Unidad
	Gas natural	Fuelóleo Bia	Lignito	Hulla	
NO _x	1.654	2.20	2.99	2.99	g kWh ⁻¹
NMCOV	0.049	0.097	0.05	0.05	g kWh ⁻¹
CO	0.146	0.19	0.199	0.199	g kWh ⁻¹
SO ₂	0.004	4.84	44.625	4.618	g kWh ⁻¹
PST	0.03	0.38	0.749	0.289	g kWh ⁻¹
CO ₂	0.546	0.75	0.999	0.943	kg kWh ⁻¹
CH ₄	0.000 97	0.007	0.005 98	0.005 98	g kWh ⁻¹
N ₂ O	0.010	0.049	0.014	0.014	g kWh ⁻¹

5.2.5 Emisiones debidas a la generación eléctrica en Régimen Ordinario

5.2.5.1 Emisiones anual y mensual

La Tabla 5.5, la Tabla 5.6 y la Figura 5.9 indican la composición de las emisiones anuales debidas a la generación de electricidad en RO. Se estima en 25 323 t a⁻¹ la emisión total de contaminantes primarios, correspondiendo 18 823 t a⁻¹ (74 %) al SO₂, y 5 347 t a⁻¹ (21 %) a los NO_x. La emisión de los otros 3 contaminantes primarios representa aproximadamente el 5 %. El 76 % de los contaminantes primarios es emitido por la central de Cercs, Sant Adrià es responsable de un 11 % de estas emisiones.

Con respecto a los NO_x, Cercs aporta el 43 %, Sant Adrià el 22.5 %, Foix el 21 % y Besòs el 13.5 %.

Las emisiones de NMCOV representan sólo el 2 % de los contaminantes primarios emitidos, siendo Cercs la central que aporta con el mayor porcentaje (36 %).

La emisión total de GEI asciende a 1 769 kt CO₂ eq. a⁻¹, correspondiendo el 42 % a Cercs, 23 % a Sant Adrià, 21 % a Foix y 14 % a Besòs.

Tabla 5.5: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la generación de energía eléctrica en Régimen Ordinario en Cataluña durante el año 2000 (t a⁻¹).

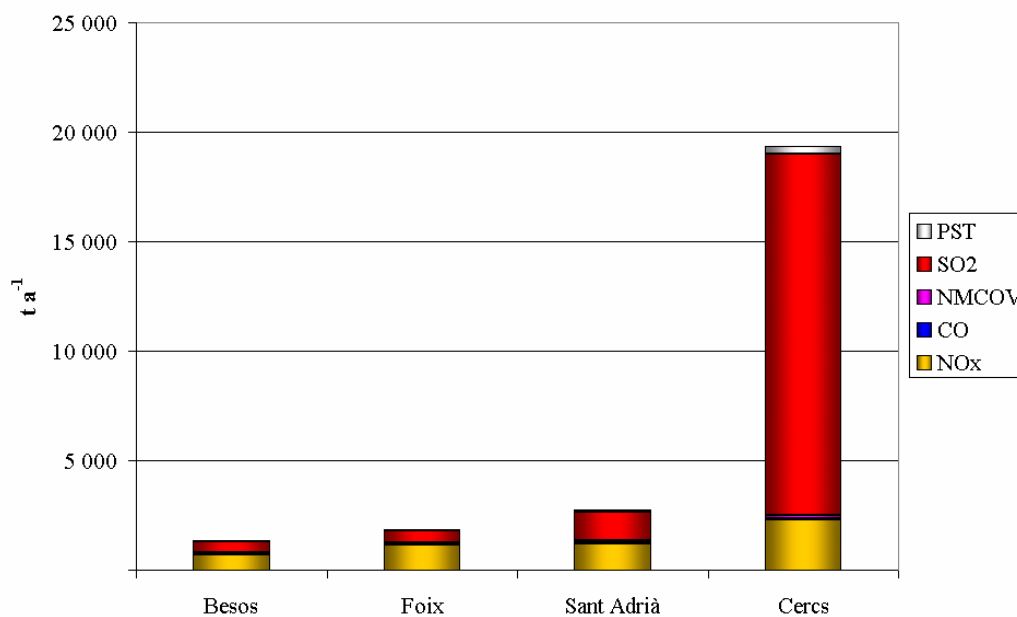
Central	Combustible	Contaminantes primarios					Total	GEI CO ₂ eq.
		NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Besòs I	Gas natural	75	2	7		1	85	24 864
Besòs II	Gas natural	419	12	37	1	8	477	139 138
Besòs III	Fuelóleo	230	10	20	507	39	806	79 499
Subtotal Besòs:		724	25	64	508	48	1 369	243 501
<hr/>								
Foix I	Gas natural	882	26	78	2	16	1 004	292 601
Foix II	Fuelóleo	247	11	22	543	42	865	85 275
Subtotal Foix:		1 129	37	100	545	58	1 869	377 877
<hr/>								
Sant Adrià I	Gas natural	619	18	55	1	11	704	205 331
Sant Adrià II	Fuelóleo	580	26	51	1 278	99	2 034	200 496
Subtotal Sant Adrià:		1 199	44	106	1 279	110	2 738	405 827
<hr/>								
Cercs	Lignito	968	16	65	14 441	242	15 731	323 154
Cercs	Hulla	1 328	22	89	2 050	128	3 616	418 608
Subtotal Cercs:		2 295	38	153	16 491	371	19 348	741 762
<hr/>								
Total RO:		5 347	144	423	18 823	587	25 323	1 768 967
(%)		21.11	0.57	1.67	74.34	2.31	100	

Capítulo 5: Emisiones industriales

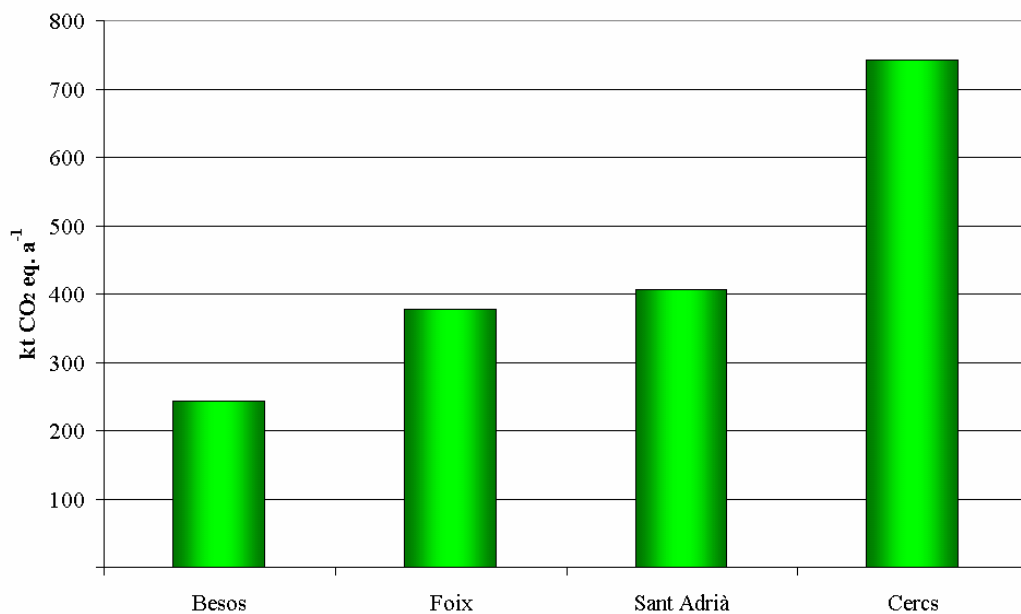
Tabla 5.6: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la generación de energía eléctrica en Régimen Ordinario en Cataluña durante el año 2000 (%).

Central	Combustible	Contaminantes primarios					Total	GEI %
		NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Besòs I	Gas natural	1.40	1.53	1.56	0.00	0.23	0.34	1.41
Besòs II	Gas natural	7.84	8.58	8.76	0.00	1.29	1.88	7.87
Besòs III	Fuelóleo	4.30	7.08	4.82	2.69	6.69	3.18	4.49
Subtotal Besòs:		13.55	17.20	15.14	2.70	8.20	5.40	13.77
Foix I	Gas natural	16.49	18.05	18.42	0.01	2.71	3.96	16.54
Foix II	Fuelóleo	4.61	7.60	5.17	2.89	7.17	3.42	4.82
Subtotal Foix:		21.11	25.65	23.58	2.90	9.88	7.38	21.36
Sant Adrià I	Gas natural	11.57	12.67	12.92	0.01	1.90	2.78	11.61
Sant Adrià II	Fuelóleo	10.85	17.86	12.15	6.79	16.86	8.03	11.33
Subtotal Sant Adrià:		22.42	30.53	25.07	6.79	18.76	10.81	22.94
Cercs	Lignito	18.09	11.22	15.26	76.72	41.32	62.12	18.27
Cercs	Hulla	24.83	15.40	20.94	10.89	21.84	14.28	23.66
Subtotal Cercs:		42.92	26.62	36.21	87.61	63.16	76.40	41.93
Total RO:		100	100	100	100	100	100	100

La Tabla 5.7, la Tabla 5.8 y la Figura 5.10 indican la evolución mensual de las emisiones debidas a la generación eléctrica de RO. Durante los meses de invierno (enero a marzo) se produce aproximadamente el 38 % de las emisiones de contaminantes primarios y en los meses de verano (julio a septiembre) se genera un 21 %. En los meses de julio y agosto se presentan porcentajes de emisión relativamente bajos (3.5 y 5.6 %, respectivamente). Un comportamiento similar ocurre con la emisión de GEI.



(a) Contaminantes primarios ($t a^{-1}$)



(b) Gases de efecto invernadero ($kt CO_2 eq. a^{-1}$)

Figura 5.9: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero, debido a la generación de energía eléctrica en Régimen Ordinario en Cataluña durante el año 2000.

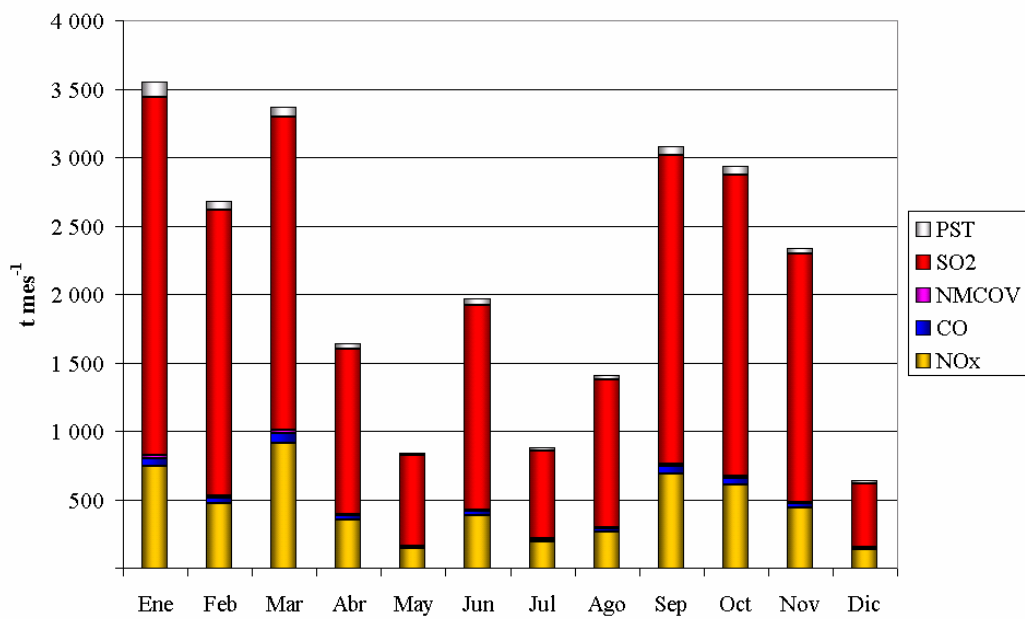
Capítulo 5: Emisiones industriales

Tabla 5.7: Emisión mensual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la generación de energía eléctrica en Régimen Ordinario en Cataluña durante el año 2000 (t mes⁻¹).

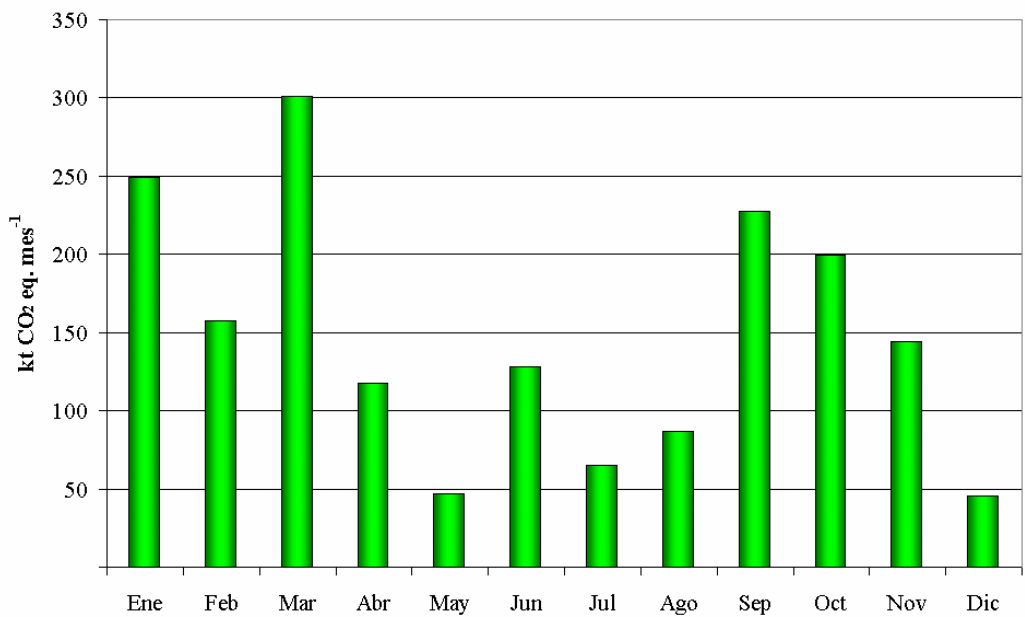
Mes	Contaminantes primarios					Total	GEI CO ₂ eq.
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Ene	742	25	60	2 615	108	3 550	249 527
Feb	476	12	36	2 093	63	2 680	157 211
Mar	912	24	74	2 288	70	3 368	301 033
Abr	356	10	28	1 207	38	1 638	117 637
May	143	3	11	668	16	841	46 684
Jun	387	10	30	1 492	47	1 967	128 160
Jul	195	6	16	637	24	878	65 161
Ago	266	6	20	1 086	28	1 407	87 135
Sep	689	18	55	2 253	66	3 080	227 240
Oct	606	15	47	2 204	63	2 936	199 675
Nov	439	10	34	1 810	47	2 340	143 994
Dic	136	4	11	468	18	637	45 508
Total RO:	5 347	144	423	18 823	587	25 323	1 768 967

Tabla 5.8: Emisión mensual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la generación de energía eléctrica en Régimen Ordinario en Cataluña durante el año 2000 (%).

Mes	Contaminantes primarios					Total	GEI %
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Ene	13.88	14.27	17.07	13.89	18.42	14.02	14.11
Feb	8.90	8.63	8.63	11.12	10.68	10.58	8.89
Mar	17.06	17.53	16.77	12.16	11.89	13.30	17.02
Abr	6.65	6.68	6.69	6.41	6.47	6.47	6.65
May	2.68	2.51	2.10	3.55	2.71	3.32	2.64
Jun	7.24	7.17	7.27	7.93	7.95	7.77	7.24
Jul	3.65	3.74	4.17	3.39	4.13	3.47	3.68
Ago	4.97	4.80	4.31	5.77	4.81	5.56	4.93
Sep	12.89	12.92	12.32	11.97	11.19	12.16	12.85
Oct	11.34	11.21	10.61	11.71	10.67	11.59	11.29
Nov	8.21	7.93	7.09	9.62	7.98	9.24	8.14
Dic	2.54	2.60	2.97	2.49	3.09	2.52	2.57
Total RO:	100	100	100	100	100	100	100



(a) Contaminantes primarios (t mes⁻¹)



(b) Gases de efecto invernadero (kt CO₂ eq. mes⁻¹)

Figura 5.10: Emisión mensual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero, debido a la generación de energía eléctrica en Régimen Ordinario en Cataluña durante el año 2000 (t mes⁻¹).

La Figura 5.11 presenta las emisiones mensuales por central térmica de NO_x, SO₂ y GEI. Se observa claramente que en los meses de verano, las emisiones de contaminantes primarios provienen fundamentalmente de Cercs y de Sant Adrià.

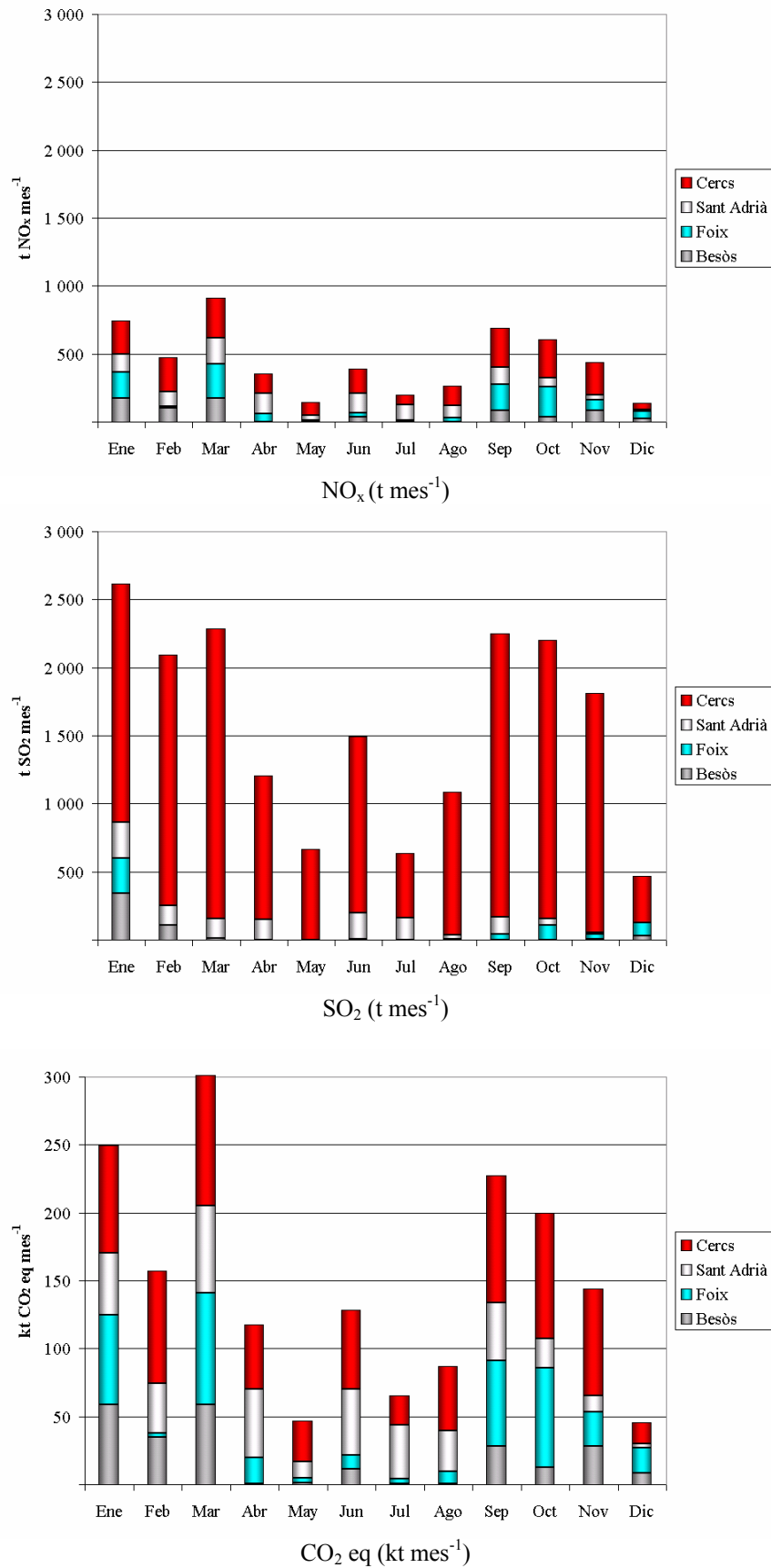


Figura 5.11: Emisión mensual de NO_x, SO₂ y gases de efecto invernadero, debido a la generación de energía eléctrica en las centrales de Régimen Ordinario en Cataluña durante el año 2000.

5.2.5.2 Emisiones horarias en enero y agosto de 2000

La Figura 5.12 y la Figura 5.13 presentan las emisiones horarias de contaminantes primarios durante los días laborables y festivos de enero y agosto. En enero, las emisiones siguen de manera más o menos marcada, los perfiles de generación horaria presentados anteriormente, siendo los valores más altos de emisión hacia el medio día y en las primeras horas de la noche. El perfil del día festivo, es similar al del día laborable, excepto que valores máximos son algo menores y están desplazados hacia la derecha. En el mes de agosto, las emisiones siguen un perfil prácticamente lineal, debido al peso de Cercs y a la baja participación de las otras centrales.

Las emisiones horarias del día laborable de enero son de 2.3 a 2.7 veces mayor que las correspondientes de agosto.

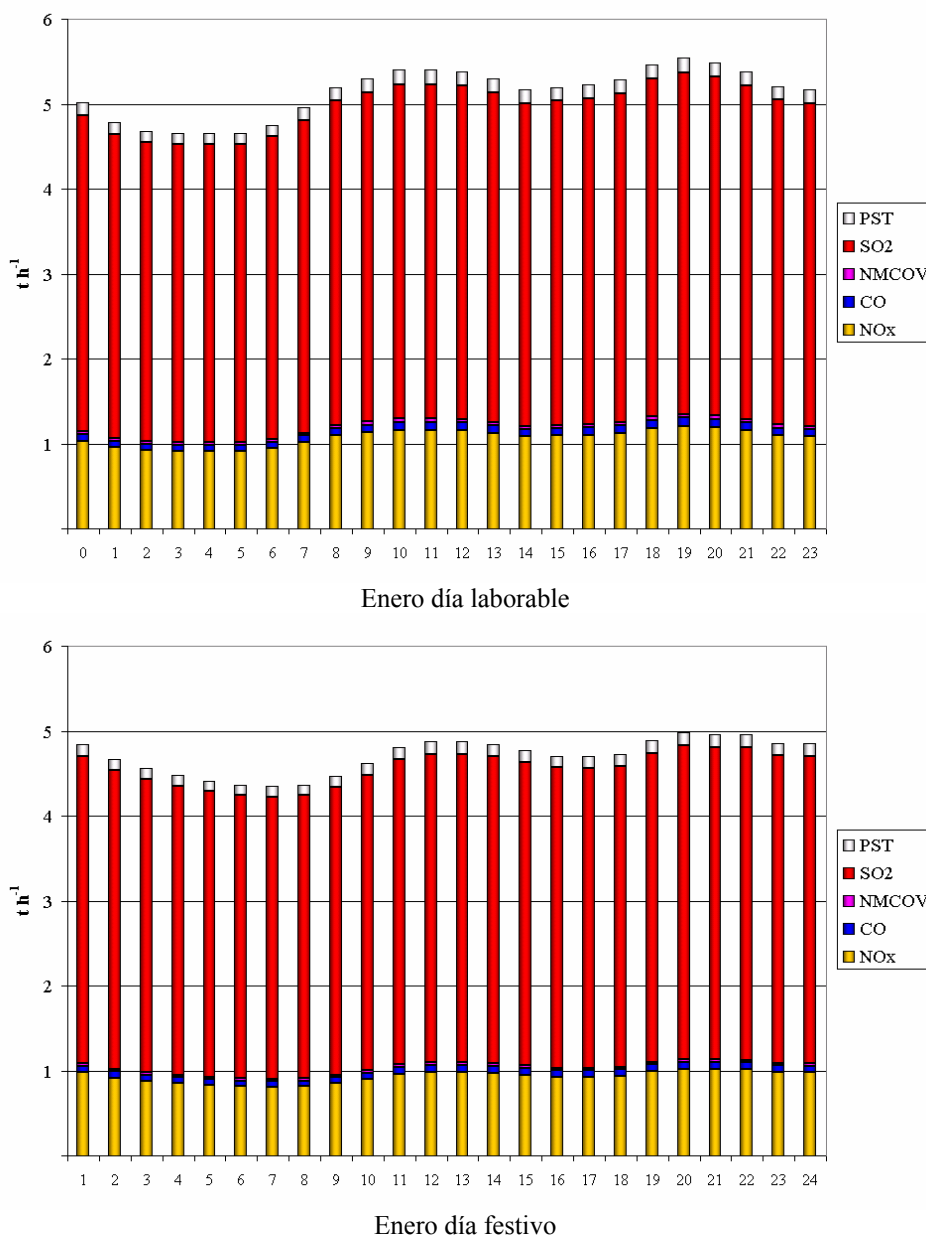


Figura 5.12: Emisiones horarias de contaminantes primarios durante los días laborables y festivos de enero, debido a la producción de energía en Régimen Ordinario (t h⁻¹).

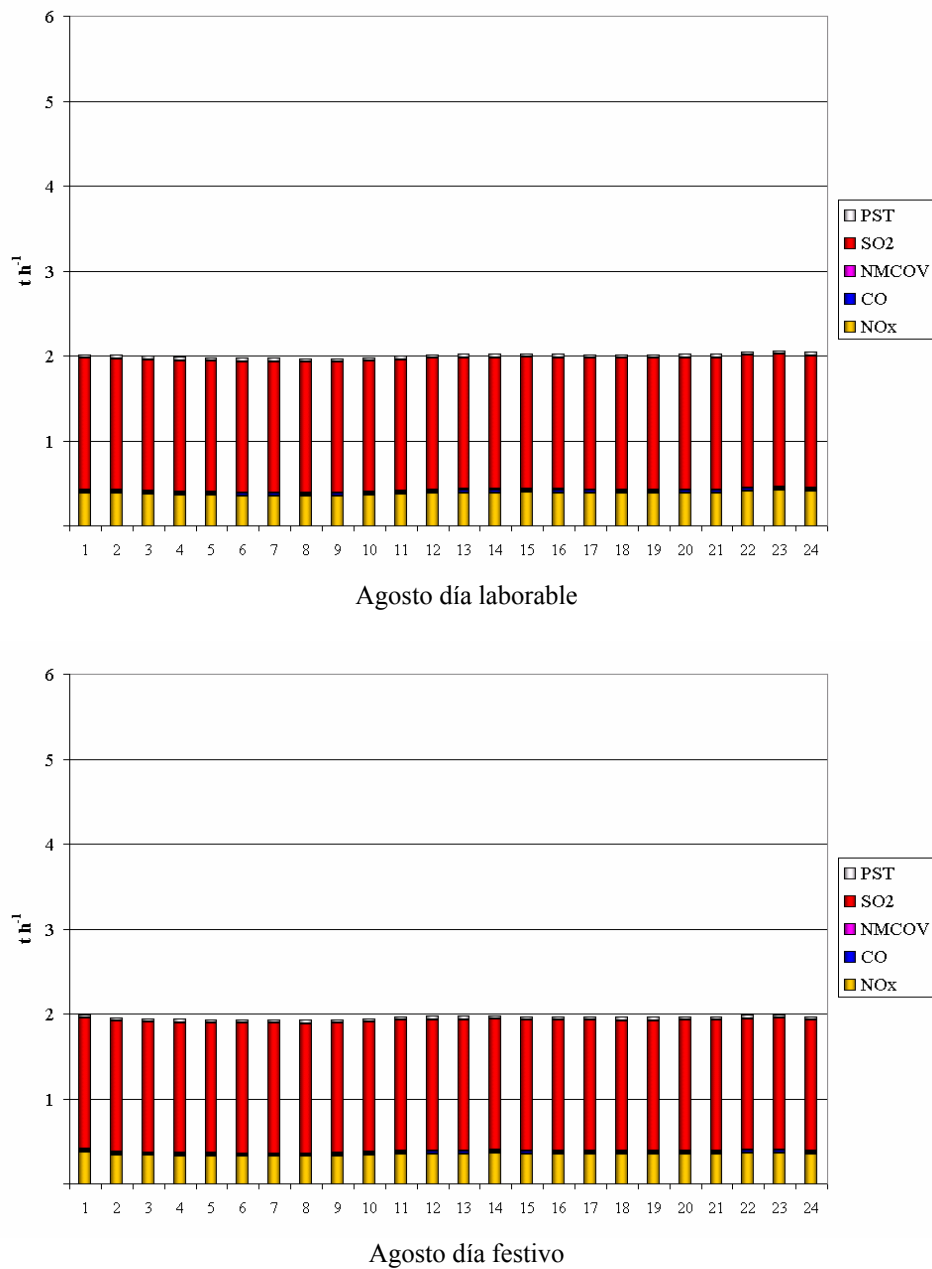


Figura 5.13: Emisiones horarias de contaminantes primarios durante los días laborables y festivos de agosto, debido a la producción de energía en Régimen Ordinario ($t h^{-1}$).

5.2.6 Centrales en Régimen Especial

En función del tipo de central y del porcentaje de generación eléctrica (ver la Tabla 5.2), se consideran las emisiones de las siguientes infraestructuras:

- Cogeneración (con gas natural, gas de refinería, gasóleo y fuelóleo).
- Incineración de residuos (urbanos e industriales).
- Reducción de residuos.

Tabla 5.9: Generación bruta de energía eléctrica en centrales en Régimen Especial en Cataluña durante el año 2000 (DICT, 2002).

Tipo de central	(GWh a ⁻¹)	%
Cogeneración con gas natural	5 486.6	81.61
Cogeneración con gas de refinería	100.0	1.49
Cogeneración con gasóleo	299.5	4.46
Cogeneración con fuelóleo	836.5	12.44
Subtotal cogeneración:	6 722.6	100
Incineración de residuos sólidos urbanos	249.2	81.87
Incineración de residuos especiales	55.2	18.13
Subtotal incineración de residuos:	304.4	100
Metanización de residuos (Planta de purines, gas natural)	197.1	100
Total	7 224.1	

La Tabla 5.9 indica la generación bruta de energía eléctrica en estas centrales. El 82 % de la cogeneración se produjo en centrales de gas natural, el 12 % en centrales de fuelóleo, 4.5 % con fuelóleo y 1.5 % con gas de refinería. El 82 % de la electricidad generada a partir del aprovechamiento energético de residuos corresponde a la incineración de residuos sólidos urbanos, en tanto que el restante 18 % corresponde a la incineración de residuos especiales.

5.2.7 Centrales de cogeneración

Se identificaron aquellas centrales que operaron durante el año 2000 en Cataluña (ver la Tabla 5.10, Tabla 5.11, Tabla 5.12 y la Tabla 5.13). Los datos de la potencia instalada se obtuvieron principalmente de la Comisión Nacional de Energía (CNE, 2003); las coordenadas UTM se obtuvieron de la consulta en diferentes mapas (aunque el ICAEN facilitó una parte de ellas); y las dimensiones de las chimeneas de los datos facilitados por el DMA. La Figura 5.14 presenta la ubicación de las centrales de cogeneración en Cataluña en funcionamiento durante el año 2000.

La producción anual bruta de energía eléctrica por cada central se determinó mediante el reparto de la producción eléctrica total (datos de la Tabla 5.9), en función de la potencia de las centrales.

El DMA facilitó una base datos del año 2000, con los registros horarios de las emisiones de ciertos contaminantes para un grupo reducido de focos emisores que están conectados a la *Xarxa de control d'emissions (XEAC)* (DMA, 2003). La chimenea de la central de cogeneración de Repsol Petróleo (ver la Tabla 5.11) está conectada a la XEAC.

Tabla 5.10: Potencia, coordenadas UTM, datos de chimenea y producción bruta de las centrales de cogeneración a gas natural en Cataluña durante el año 2000 (CNE, 2003), (ICAEN, 2003), (DMA, 2003) (1 de 2).

Central	Potencia (kW)	Producción (GWh a ⁻¹)	Coordenadas UTM		Chimenea	
			X	Y	Alt. (m)	Diám. (m)
Acabats Barberà	2 914	18.6	427 611	4 598 118		
Agrupació Energètica "HJT" de Girona	1 164	7.4	485 137	4 649 130		
Antrel AIE	6 050	38.7	347 886	4 552 711		
Anoia d'Energia	13 805	88.2	410 675	4 593 090	30	2.8
Aprestos Julià	1 555	9.9	426 750	4 601 090		
Archiber	1 364	8.7	406 190	4 600 035		
Asane AIE	4 300	27.5	345 695	4 552 051		
Asanefi	12 880	82.3	345 570	4 552 151	15	1.92
Bardisses Cogeneración	1 385	8.8	463 122	4 619 309		
Belcaire Energia	3 600	23	325 367	4 625 502	10	0.35
Benckiser Española SA (Relcamp)	3 680	23.5	440 050	4 607 060	30	1.1
Caila y Pares	4 816	30.8	427 383	4 576 033	12	1
Casco Decor	1 145	7.3	435 875	4 598 180	12	0.8
Catalana de Farratges	5 088	32.5	331 847	4 617 084		
Catarel	3 800	24.3	437 530	4 644 397		
Cayfo y Asociados (ampliación)	1 942	12.4	432 270	4 600 070		
Cayfo y Asociados	2 072	13.2	432 270	4 600 070		
Cellisa	3 688	23.6	451 501	4 610 874		
Cerámica de Foix	4 703	30	387 582	4 575 970	11.5	1.4
Cerámica Sant Genis	1 500	9.6	380 800	4 606 800		
Cipsa	1 200	7.7	395 282	4 577 518		
Cobane AIE (Basf)	13 667	87.3	347 261	4 552 917	20	2.1
Cogeneración de Hostalrich	6 060	38.7	468 439	4 620 890	15	0.12
Cogeneración del Pla	6 400	40.9	324 410	4 610 097		
Cogeneración del Ter	24 982	159.6	485 158	4 651 379	25	2.15
Cogeneración Tenerel Mollet	3 845	24.6	434 789	4 598 270		
Colasem	5 088	32.5	420 066	4 599 202	12	0.7
Colomer Cogeneración	6 060	38.7	439 235	4 642 220	20	1.2
Comercial Aymerich	1 630	10.4	441 515	4 639 725	4	0.35
Corelcat	3 030	19.4	304 406	4 610 075	12	0.7
CSU de Bellvitge	1 926	12.3	425 149	4 577 652		
Droiban Energia AIE	995	6.4	440 500	4 610 150		
Embalajes y Cajas	3 000	19.2	424 903	4 576 409		
Energética de Rosselló AIE	23 400	149.5	300 915	4 618 500	18	3
Erfei AIE	13 125	83.9	348 625	4 552 615	50	0.70
Eurohueco	4 840	30.9	412 810	4 591 157	15	1.4
Feed-back 10 SL	5 390	34.4	417 268	4 584 807		
Fibrarel (Grup Fibracolor)	17 000	108.6	477 656	4 616 289	15	1.2
Fibrel	8 500	54.3	481 172	4 614 418		
Foret	13 776	88	428 130	4 576 040		
Francisco Fabregat SA	4 074	26	319 231	4 605 115		
Gallo Energia	3 392	21.7	439 575	4 604 520		
Garona Verda	14 950	95.5	312 462	4 741 298	14	1
Grau	2 975	19	427 155	4 600 110	15	0
Gres Catalán	2 012	12.9	375 870	4 621 290		
Hoechst-Taqsa	10 965	70.1	346 220	4 552 980	60	4
Hospital Universitari Trias i Pujol	1 803	11.5	436 464	4 592 766		
Hospital Vall d'Hebrón	4 169	26.6	428 515	4 586 997	15	1.6
Inacsa	5 245	33.5	461 953	4 618 804	25	1.3

Capítulo 5: Emisiones industriales

Tabla 5.11: Potencia, coordenadas UTM, datos de chimenea y producción bruta de las centrales de cogeneración a gas natural en Cataluña durante el año 2000 (CNE, 2003), (ICAEN, 2003), (DMA, 2003) (2 de 2).

Central	Potencia Producción		Coordenadas UTM		Chimenea	
	(kW)	(GWh a ⁻¹)	X	Y	Alt. (m)	Diám. (m)
Indulerida	8 480	54.2	299 587	4 622 459		
J Vilaseca AIE	4 875	31.1	390 350	4 599 035	10	0.7
Kao Corporation SA	4 025	25.7	434 660	4 598 140	15	1.25
La Batlloria	7 700	49.2	462 079	4 618 949	25	1
La Moravia	5 088	32.5	315 912	4 611 417		
La seda de Barcelona (IQA)	22 620	144.5	423 632	4 575 723	60	1.8
Lefa SA	1 400	8.9	434 910	4 598 600	12	0.55
Lipidos Santiga	4 958	31.7	429 542	4 598 230	30	0.6
Mecalux FC (L'Hospitalet)	2 036	13	425 812	4 579 240	11	0.4
Mecalux ENH (L'Hospitalet)	2 036	13	426 885	4 578 985	13	0.5
Mecalux-Cornellà	2 690	17.2	423 584	4 578 036	14.8	0.6
Mecalux-Cornella (ampliación)	1 345	8.6	423 584	4 578 036	14.8	0.6
Megafram	4 665	29.8	409 728	4 623 073		
Nestle	8 600	54.9	482 900	4 648 625	15	1.4
Nufri	13 010	83.1	324 561	4 611 385		
Nufri – ampliación	8 520	54.4	324 563	4 611 385		
Olesa de Montserrat	5 580	35.6	406 755	4 601 120		
Omya Clariana (abans Clarianacal)	3 861	24.7	383 918	4 567 989		
Paperera Carbó	1 145	7.3	394 026	4 589 279		
Paperera Fidel	1 400	8.9	395 175	4 588 602		
Paperera Miquel Costas i Miquel	4 694	30	433 056	4 588 960	18	1.5
Paperera Riudeviltles SA	2 356	15.1	389 915	4 588 088	15	0.25
Paperera Romani	6 060	38.7	389 675	4 601 160	29	2.2
Planta cogeneracion Alcover	4 800	30.7	349 160	4 574 100	15	0.14
Printerel	5 892	37.6	417 119	4 584 777	26	2.4
Proyectos Energéticos MB	3 494	22.3	388 535	4 600 850		
RENFE	2 072	13.2	428 301	4 581 516		
Repsol Petróleo (*)	83 570	533.9	350 702	4 559 595	50	3.8
Repsol Química (El Morell)	86 782	554.4	351 250	4 561 844	49.7	3.5
Repsol Química (El Morell)	39 160	250.2	351 665	4 562 025	49.7	3.5
Repsol Química (El Morell)	4 565	29.2	351 250	4 561 844	49.7	3.5
Reverte SA	13 400	85.6	381 192	4 566 657	31	0.25
Salayet	1 000	6.4	434 267	4 603 161		
Salvador Segura	1 000	6.4	417 295	4 601 200		
Sarrio	47 900	306	424 294	4 576 368	25	2.7
Sati Cogeneración AIE	4 550	29.1	440 618	4 616 355	5	1.77
Satina	2 975	19	423 618	4 605 579	15	0.8
Sattex-81	1 477	9.4	406 387	4 600 057		
SE Carburos Metálicos SA	3 840	24.5	428 568	4 578 410		
Seat- Martorell	20 800	132.9	408 682	4 595 000		
Smurfit- Pi Can Castell	3 390	21.7	440 449	4 609 113		
Stora Enso	46 090	294.5	413 080	4 590 975	30	2.75
Terracuita Jorba	1 200	7.7	379 726	4 606 223	9	1
Tipmega	3 492	22.3	475 376	4 617 426		
Toden AIE	7 000	44.7	496 400	4 655 600	15	1
Tortosa Energia	26 000	166.1	292 550	4 516 340	24.9	2.5
Tyborel	6 060	38.7	470 825	4 621 850		
Union Industrial Papelera	8 379	53.5	390 221	4 601 118		
Urgell Energia SA (Aceites Borges)	4 600	29.4	343 550	4 612 575	12	1.5
Vantexa-Uniprin	4 700	30	407 049	4 599 843	17	1.6
Vapeltar	12 700	81.1	351 747	4 553 110		

(*) La central de cogeneración de Repsol Petróleo también utiliza gas de refinería.

Tabla 5.12: Potencia, coordenadas UTM, datos de chimenea y producción bruta de las centrales de cogeneración a fuelóleo en Cataluña durante el año 2000 (CNE, 2003), (ICAEN, 2003), (DMA, 2003).

Central	Potencia (kW)	Producción (GWh a ⁻¹)	Coordenadas UTM		Chimenea	
			X	Y	Alt. (m)	Diám. (m)
A. de Guissona	6 880	45.1	357 338	4 628 213	10	0.7
A. de Guissona - (ampliació RE-96D-71)	3 440	22.6	357 429	4 628 219	10	0.7
A. de Guissona - Les Pallargues	3 440	22.6	350 217	4 625 126		
A. de Guissona - Lleida	6 880	45.1	304 782	4 610 736	20	0.7
Antrel	6 512	42.7	471 977	4 645 690		
Asfaltos Españoles SA (ASESA)	1 500	9.8	350 322	4 552 212	63	1.4
Covitrel	13 022	85.4	381 820	4 569 050	38	1.1
Dow Chemical Ibérica	14 558	95.5	350 855	4 560 308		
Ercros (Flix)	26 926	176.6	293 045	4 567 507	25	1.21
Hispano Tex	1 680	11	425 147	4 629 208		
Ilerprotein II	7 765	50.9	288 181	4 622 079	16	1
Paperera La Confianza	11 905	78.1	476 890	4 672 130	11	0.9
Paperera Román	18 801	123.3	389 675	4 601 160	29	2.2
Unitex II	4 235	27.8	320 826	4 599 797	23	0.9

Tabla 5.13: Potencia, coordenadas UTM, datos de chimenea y producción bruta de las centrales de cogeneración a gasóleo en Cataluña durante el año 2000 (CNE, 2003), (ICAEN, 2003), (DMA, 2003).

Central	Potencia (kW)	Producción (GWh a ⁻¹)	Coordenadas UTM		Chimenea	
			X	Y	Alt. (m)	Diám. (m)
Baucells Cogeneración	1 706	11.3	436 014	4 633 011	8	0.5
Defiber	2 400	15.9	378 837	4 570 380	18	0.9
Ilerprotein I	1 276	8.4	288 181	4 622 079	16	1
Miquel Carreras Vernis	1 994	13.2	497 750	4 679 220		
Paperera Guarro Casas	1 460	9.7	431 125	4 677 750		
Repsol Química (El Morell)	36 439	241	351 665	4 562 025	49.7	3.5

De la chimenea de cogeneración de Repsol Petróleo, la red XEAC registró información para períodos temporales que cubren el 45 % del año. Se dispone de los emisiones de NO_x, SO₂, la opacidad el contenido de oxígeno; así como del caudal y la temperatura de los gases de salida.

La Figura 5.15 indica las franjas horarias con registros, así como la evolución de las emisiones de NO_x y SO₂. De acuerdo con la información proporcionada por el DMA, los datos faltantes corresponden a medidas no validadas o a períodos de tiempo de mal funcionamiento o calibración de los sensores. Por este motivo, se procedió a llenar los datos en las franjas faltantes con el valor medio de los 30 registros horarios anteriores y posteriores a cada franja sin datos. Para el NO_x se observa variaciones entre 20 000 - 80 000 g h⁻¹. Para el SO₂ la variación es más fuerte, ya que hay registros entre 0 - 120 000 g h⁻¹. El comportamiento de las emisiones es complejo y puede presentar variaciones horarias muy marcadas.

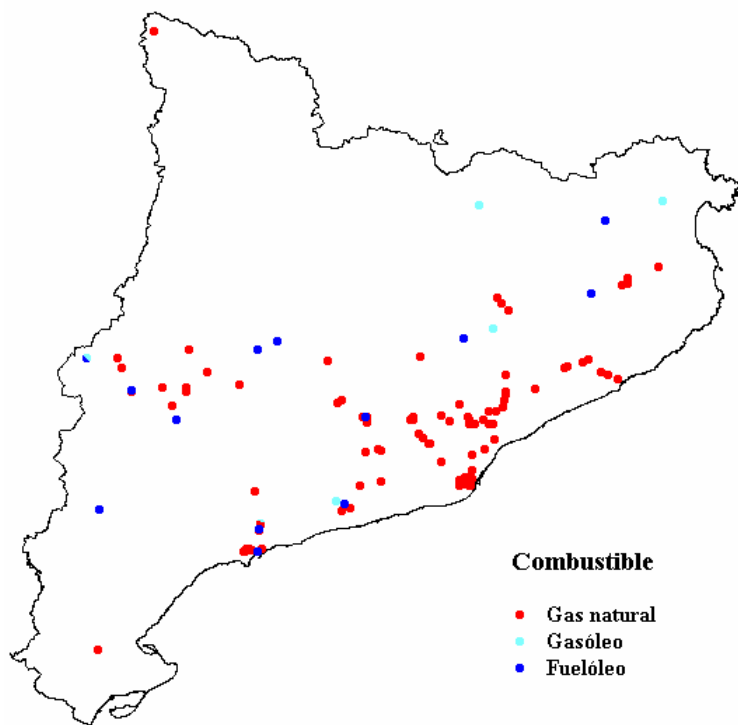


Figura 5.14: Ubicación de las centrales de cogeneración existentes en Cataluña en el año 2000.

De acuerdo al ICAEN, en la central de cogeneración de Repsol Petróleo, se utiliza tanto gas de refinería como gas natural. Para el cálculo de las emisiones se asumió que, de los 533.9 GWh a⁻¹ asignados a esta central (ver la Tabla 5.11), 100 GWh a⁻¹ se generaron con gas de refinería (ver la Tabla 5.9) y por tanto, los restantes 433.9 GWh a⁻¹ con gas natural.

Evidentemente, las emisiones anuales de NO y de SO₂ resultan de la suma de todos los valores horarios, obteniéndose 401.8 t NO a⁻¹ y 246.3 t SO₂ a⁻¹. La emisión anual de NO_x se obtiene asumiendo una composición del 95 % de NO y 5 % de NO₂, que resulta en 650.7 t NO_x a⁻¹ (expresado como NO₂).

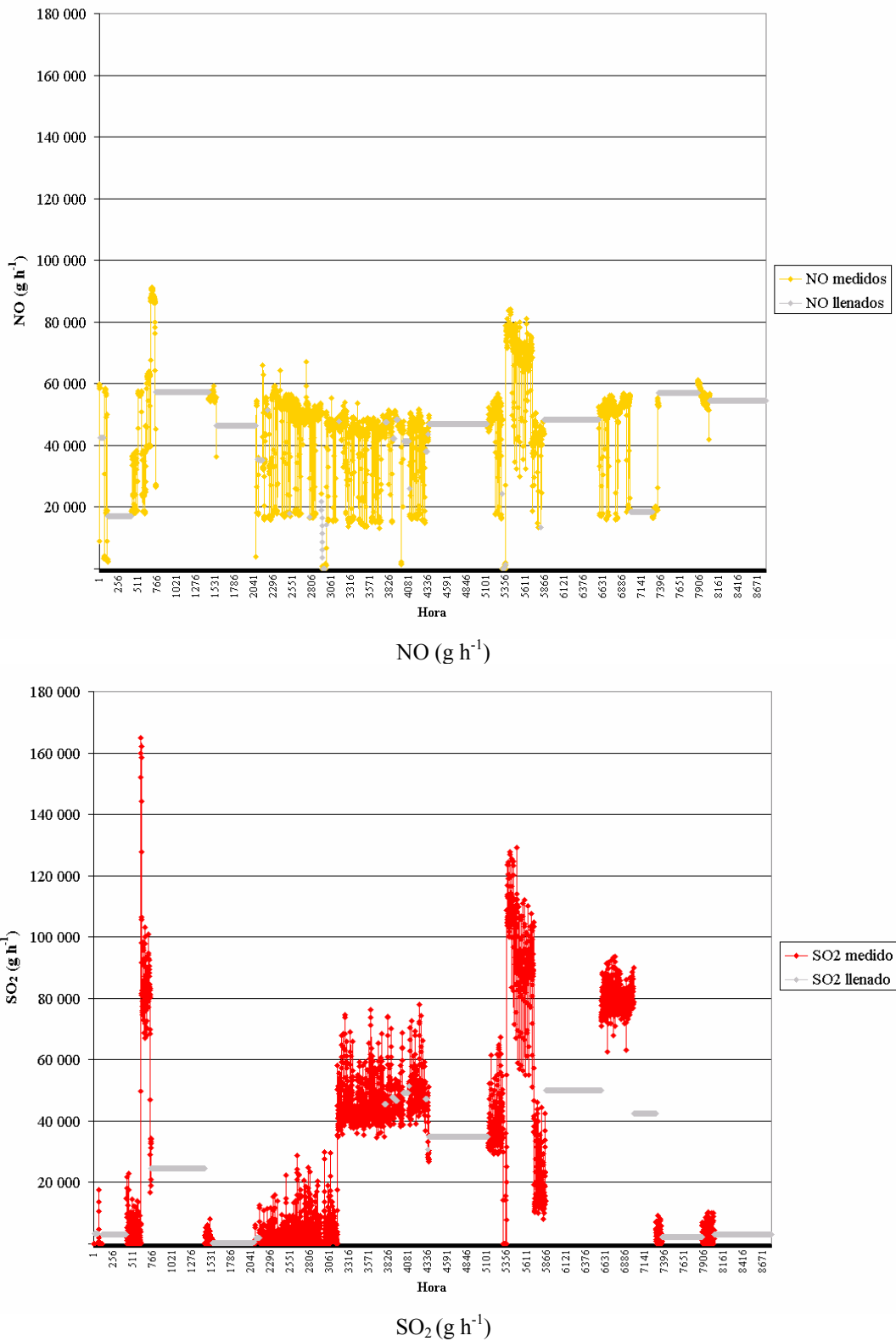


Figura 5.15: Emisiones horarias de NO y SO₂ de la chimenea de cogeneración de Repsol Petróleo durante el año 2000. Fuente: procesado de los registros de emisión horario de la red XEAC.

5.2.8 Incineradoras de residuos

En el año 2000 operaron 8 incineradoras en Cataluña (7 para residuos sólidos urbanos y 1 para residuos especiales). Los residuos se aprovecharon para generar electricidad. La Tabla 5.14 indica el número de líneas, la capacidad potencial y el sistema de depuración de gases. La Tabla 5.15 indica la cantidad incinerada por planta (JRES, 2003), las coordenadas UTM y las dimensiones de las chimeneas. La ubicación de las incineradoras se indicó en la Figura 5.3.

Las incineradoras de Mataró, Tarragona y Constantí están conectadas a la red XEAC. En la base de datos del DMA hay registros horarios de los siguientes contaminantes o parámetros:

- ❑ Mataró (TVRM) Línea 1: CO, opacidad, caudal y temperatura de los gases de emisión, para periodos horarios que cubren el 64 % del año.
- ❑ Mataró (TVRM) Línea 2: CO, opacidad, caudal y temperatura de los gases de emisión, para periodos horarios que cubren el 99 % del año.
- ❑ Tarragona (SIRUSA) Línea 1: SO₂, CO, PST, caudal y temperatura de los gases de emisión, para periodos horarios que cubren el 44 % del año.
- ❑ Tarragona (SIRUSA) Línea 2: SO₂, CO, PST, caudal y temperatura de los gases de emisión, para periodos horarios que cubren el 38 % del año.
- ❑ Constantí (PTRES): CO, para periodos horarios que cubre el 86 % del año.

Para la Línea 1 de la incineradora de Mataró, se calcularon las emisiones horarias de NO_x, NMCOV, SO₂, CO₂, CH₄ y N₂O mediante los factores de emisión (indicados más adelante) y el caudal horario de los gases de emisión. Las emisiones de las PST se establecen mediante la Ecuación 5.7, deducida de la aplicación de la Ley de Beer-Lambert, que relaciona la opacidad con la concentración de partículas, su superficie específica y el diámetro de la chimenea.

$$E_{\text{PST}} = -\frac{\ln\left[1 - \frac{\text{Opac}}{100}\right]}{0.01076} \cdot Q \quad 5.7$$

Siendo:

E_{PST} : emisión de PST (g h⁻¹).

Opac: registro horario de la opacidad (%).

Q: caudal de emisión de gases (Ndam³ h⁻¹).

Tabla 5.14: Las incineradoras de residuos en Cataluña en el año 2000.

Incineradora	Tipo de residuos	Número de hornos (líneas)	Capacidad		Depuración de gases
			nominal por línea (t h ⁻¹)	Capacidad total (t a ⁻¹)	
Montcada y Reixac [1],[2]	Sólidos urbanos	2	5.8	11.6	101 616 Electrofiltro, lavado de gases y adsorción con carbón activo
Sant Adrià del Besòs [2]	Sólidos urbanos	3	11.7	35.1	307 476 Semiseco y filtro de mangas
Mataró (TVRM) [2]	Sólidos urbanos	2	11.0	22.0	192 720 Semiseco y electrofiltro
Girona [2], [3]	Sólidos urbanos	2	3.0	6.0	52 560 Electrofiltro, tratamiento seco, carbón activo y filtro de mangas
Malla [2]	Sólidos urbanos	1	0.7	0.7	6 132 Seco y filtro de mangas
Tarragona (SIRUSA) [2]	Sólidos urbanos	2	9.6	19.2	168 192 Semiseco y filtro de mangas
Vielha e Mijaran [2]	Sólidos urbanos	1	0.9	0.9	7 884 Seco y electrofiltros
Constante (PTRES) [4]	Especiales				Electrofiltro, catalizador y lavado de gases

Fuente: [1] (Meneses, 2002), [2] (MMA, 2004), [3] (Fàbregas, 2003), [4] (Agramunt, 2002).

Tabla 5.15: Cantidad de residuos gestionados en el año 2000 (JRES, 2003), generación eléctrica y otra información de las incineradoras de Cataluña.

Incineradora	Residuos incinerados		Coordenadas UTM (m)		Datos de la chimenea	
	t a ⁻¹	%	X	Y	Altura (m)	Diámetro (m)
Residuos sólidos urbanos, generación eléctrica bruta: 249.4 GWh a ⁻¹						
Montcada y Reixac	47 370	6.65	430 890	4 593 337.5	48.0	1.77
Sant Adrià del Besòs	275 028	38.59	435 652.5	4 585 527	45.0	1.45
Mataró (TVRM)(*)	164 829	23.13	451 925 (L1) 452 000 (L2)	4 597 500 (L1) 4 597 280 (L2)	45.0	1.4
Girona	35 640	5.00	480 075	4 652 755	35.0	1.5
Malla	4 455	0.63	437 165	4 633 960	24.0	0.83
Tarragona (SIRUSA)(*)	180 935	25.39	351 250(L1) 351 250(L2)	4 555 898 (L1) 4 555 898 (L2)	47.0	1.4
Vielha e Mijaran	4 352	0.61	317 665	4 727 250	18.0	1.60
Subtotal	712 609	100				
Residuos especiales: generación eléctrica bruta: 55 GWh a ⁻¹						
Constantí (PTRES)(*)	35 192 (1)		347 200	4 558 400	32.0	1.5

L1: Línea 1, L2: Línea 2. (*). Conectadas a la red XEAC. (1) Información proporcionada por la propia gestora.

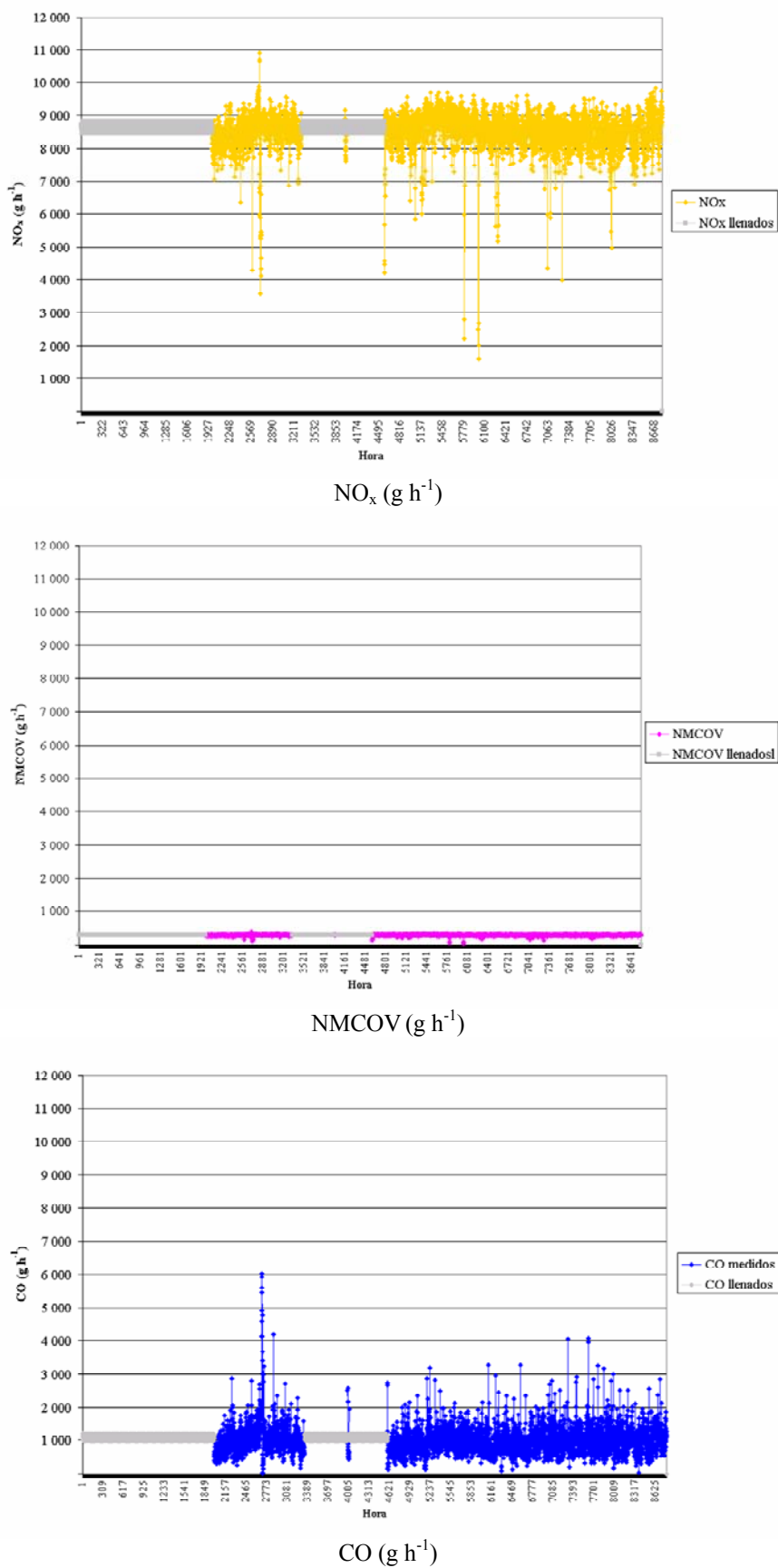


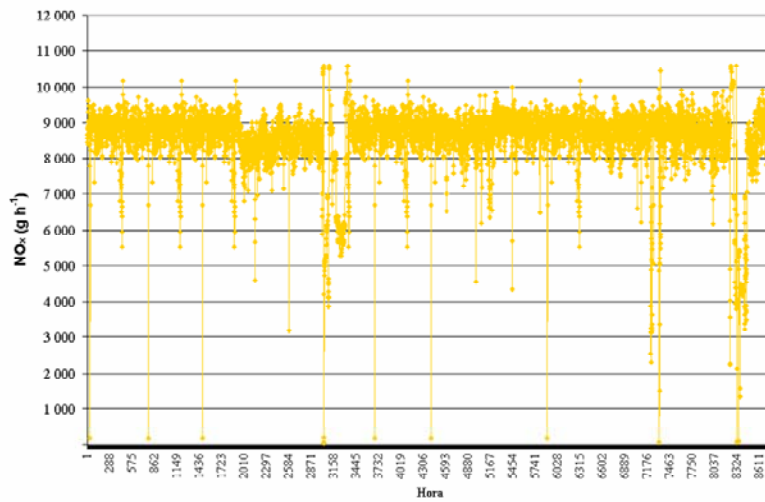
Figura 5.16: Emisiones horarias de NO_x, NMCOV y CO de la chimenea de la Línea 1 de la incineradora de Mataró (TVRM) durante el año 2000.

Las emisiones en las franjas faltantes se llenaron con un perfil diario medio, obtenido con los registros de los datos existentes. La Figura 5.16 indica los perfiles de emisiones obtenidos para la Línea 1 de la incineradora de Mataró. Las emisiones de NO_x fluctúan entre 7 000 - 10 000 g h^{-1} . Las emisiones de NMCOV son bajas ($\approx 300 \text{ g h}^{-1}$). Las emisiones de CO varían entre principalmente 400 - 2 000 g h^{-1} , pero se registraron valores puntuales que alcanzan 4 000 - 6 000 g h^{-1} . Las emisiones de SO_2 se mantienen entre 800 - 1 000 g h^{-1} . Las emisiones de PST varían entre 400 - 1 000 g h^{-1} , habiendo pocos valores puntuales de hasta 12 000 g h^{-1} . Las emisiones de CO_2 varían principalmente entre 12 - 16 t h^{-1} .

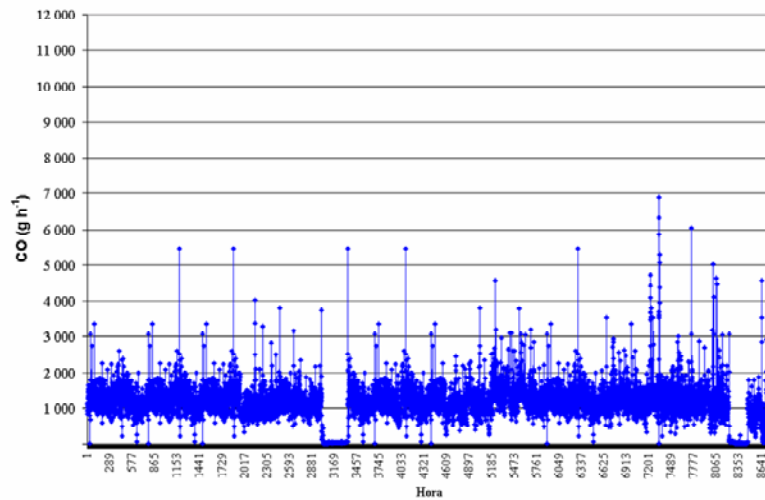
Las emisiones horarias de CO y la opacidad en la Línea 2 de la incineradora de Mataró, muy probablemente sean las mejor caracterizadas, debido a su alta cobertura temporal (99 %). Las emisiones de los otros contaminantes se establecieron de modo similar al indicado para la Línea 1. Las emisiones de PST se establecen mediante la Ecuación 5.8, deducida del mismo modo, a partir de la aplicación de la Ley de Beer-Lambert.

$$E_{\text{PST}} = -\frac{\ln\left[1 - \frac{\text{Opac}}{100}\right]}{0.0089} \cdot Q \quad 5.8$$

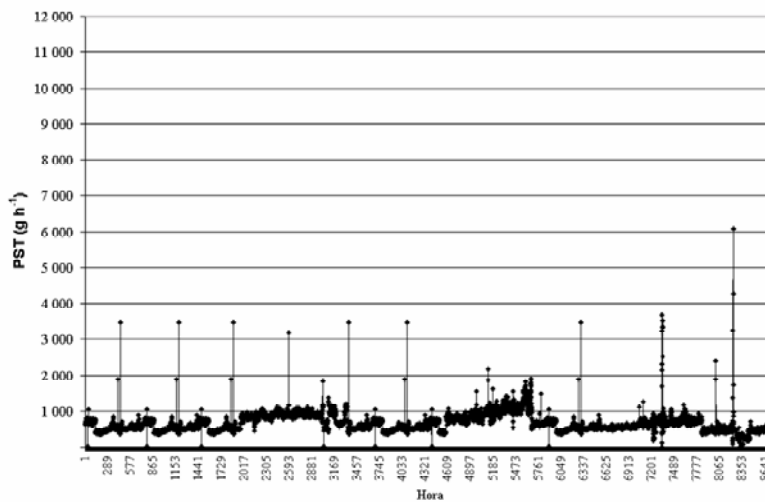
Los perfiles de emisión obtenidos de NO_x , CO y PST se indican en la Figura 5.17.



NO_x (g h⁻¹)



CO (g h⁻¹)



PST (g h⁻¹)

Figura 5.17: Emisiones horarias de NO_x, CO y PST de la chimenea de la Línea 2 de la incineradora de Mataró (TVRM) durante el año 2000.

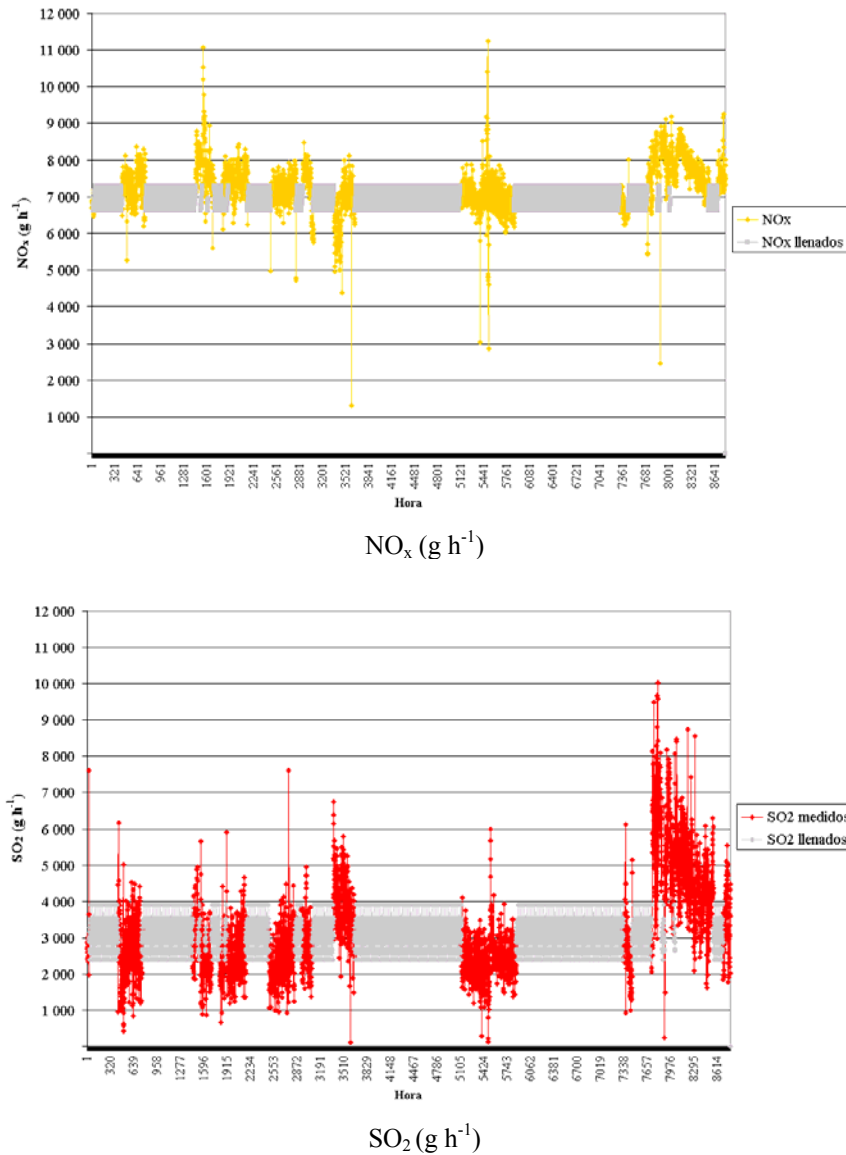


Figura 5.18: Emisiones horarias de NO_x y SO₂ de la chimenea de las Líneas 1 y 2 de la incineradora de Tarragona (SIRUSA) durante el año 2000.

Para la Línea 1 de la incineradora de Tarragona, se calcularon las emisiones horarias de NO_x, NMCOV, PST, CO₂, CH₄ y N₂O mediante factores de emisión (indicados más adelante) y el caudal horario de los gases de emisión. Del mismo modo, las emisiones en las franjas faltantes se llenaron con un perfil diario medio, obtenido con los registros de los datos existentes. La Figura 5.18 indica los perfiles de emisiones de NO_x y SO₂. Las emisiones de NO_x varían principalmente entre 6 000 - 9 000 g h⁻¹, aunque hay valores menores a 3 000 y mayores a 10 000 g h⁻¹. Las emisiones de SO₂ presentan una amplia variación entre 100 - 10 000 g h⁻¹.

Del análisis de la información para la Línea 2 en la base de datos proporcionada por el DMA, se comprueba que los registros son muy similares (tanto en magnitud como en cobertura) a los de la Línea 1, por lo que el perfil de la Línea 1 es aplicable a la Línea 2.

Para la incineradora de Constantí, se calcularon las emisiones horarias de NO_x, NMCOV, SO₂, PST, CO₂, CH₄ y N₂O mediante factores de emisión indicados más adelante para residuos especiales, y el caudal horario estimado de los gases de emisión. Las emisiones de NO_x muestran

una amplia variación, entre 0 - 11 000 g h⁻¹. Las emisiones de NMCOV se mantienen bajas (hasta de 500 g h⁻¹). Las emisiones de CO varían entre 0 - 1 000 g h⁻¹. Las emisiones de SO₂ varían entre 0 - 500 g h⁻¹. Las emisiones de PST varían entre 0 - 700 g h⁻¹. El CO₂ varia principalmente entre 0 - 10 t h⁻¹.

5.2.9 Infraestructura para la reducción de residuos

En el año 2000, operaron 2 centrales destinadas a la gestión de purines, en la fracción correspondiente a la generación eléctrica con gas natural (ver la Tabla 5.16)

Tabla 5.16: Potencia, coordenadas UTM, datos de chimenea y producción bruta de las centrales de reducción de residuos en Cataluña durante el año 2000 (ICAEN, 2003).

Central	Potencia (kW)	Producción (GWh a ⁻¹)	Coordenadas UTM		Chimenea	
			X	Y	Alt. (m)	Diám. (m)
Corco (desimpacto de purines, gas natural)	14 640	98.55	436 640	4 649 850	7.2	0.32
Voltrega (desimpacto de purines, gas natural)	14 640	98.55	445 050	4 650 250	7.2	0.32

5.2.10 Factores de emisión para las centrales en Régimen Especial

Mediante la selección de factores de emisión térmicos de diferentes fuentes de consulta, se establecieron los factores de emisión eléctricos que se indican en la Tabla 5.17.

Para la cogeneración con gas de refinería se consideró un PCI de 48.1 MJ m⁻³. El factor de emisión para el SO₂ se estableció considerando un contenido de azufre del 4 g m⁻³. Para la cogeneración con gas natural se asumió un PCI de 39.7 MJ m⁻³. El factor de emisión de SO₂ se estableció asumiendo un contenido de 0.007 5 g m⁻³. Para la cogeneración con fuelóleo se asumió un PCI 40.2 MJ kg⁻¹, y un contenido de azufre del 3.5%. Para la cogeneración con gasóleo se utilizó un PCI de 43.3 MJ kg⁻¹ y un contenido de azufre del 0.2 %. Para todas las centrales de cogeneración se asumió un rendimiento energético del 56 %.

Para las centrales de reducción de residuos, se utilizaron los factores de emisión presentados para la cogeneración con gas natural.

Tabla 5.17: Factores de emisión para las centrales en Régimen Especial.

Contaminante	Tipo de central							
	Cogeneración (factores de emisión eléctricos)					Incineración de residuos		
	Gas de refinería	Gas natural	Fuelóleo	Gasóleo	Unidad	Urbanos	Especiales	Unidad
NO _x	0.967 a	1.195 a	1.902 a	1.671 a	g kWh ⁻¹	150 c	127.2 a, b	mg Nm ⁻³
NMCOV	0.016 a	0.032 a	0.096 a	0.096 a	g kWh ⁻¹	5 c	4.9	mg Nm ⁻³
CO	0.064 a	0.064 a	1.283	0.643 a	g kWh ⁻¹	20 c	21.9	mg Nm ⁻³
SO ₂	1.069 a	0.002 a	11.191 a	0.594 a	g kWh ⁻¹	15 c	5.8 a	mg Nm ⁻³
PST	0	0.026 b	0.782 b	0.837 b	g kWh ⁻¹	10 c	8	mg Nm ⁻³
CO ₂	0386 a	0.374 a	0.492 a	0.476 a	kg kWh ⁻¹	1 580 a	1 500	g t ⁻¹
CH ₄	0.016 a	0.016	0.019 a	0.010 a	g kWh ⁻¹	0 c	84 a	g t ⁻¹
N ₂ O	0.053 a	0.013 a	0.016 a	0.016 a	g kWh ⁻¹	20 c	12 a	g t ⁻¹

Fuente: a (EEA, 1999), b (USEPA, 2003), c facilitados por el Dr. J.M. Baldasano.

5.2.11 Emisiones debidas a la generación eléctrica en Régimen Especial

5.2.11.1 Emisiones producidas por las centrales de cogeneración

La Tabla 5.18, la Tabla 5.19 y la Figura 5.19 indican la composición de las emisiones producidas en las centrales de cogeneración. La emisión total de contaminantes primarios asciende a 21 558 t a⁻¹, de las cuales el 59 % fueron producidas en las centrales de fuelóleo, 36 % en las centrales de gas natural, y el restante 5 % en las centrales de gasóleo. Las emisiones de GEI alcanzan las 2 672 kt CO₂ eq. a⁻¹, de las cuales el 79 % se generó en las centrales con gas natural y el 16 % en las centrales de gasóleo. Estos valores indican claramente el menor grado de contaminantes primarios emitidos por el uso del gas natural. Del total de contaminantes primarios, el 44 % corresponde al SO₂ (principalmente a causa del uso de fuelóleo, responsable del 98 % las emisiones de SO₂), el 41 % corresponde a los NO_x (el 76 % lo produce el uso del gas natural). Las emisiones de NMCOV son bajas en porcentaje (representan sólo el 2 %). Las emisiones de CO y PST en conjunto representan el 12 %.

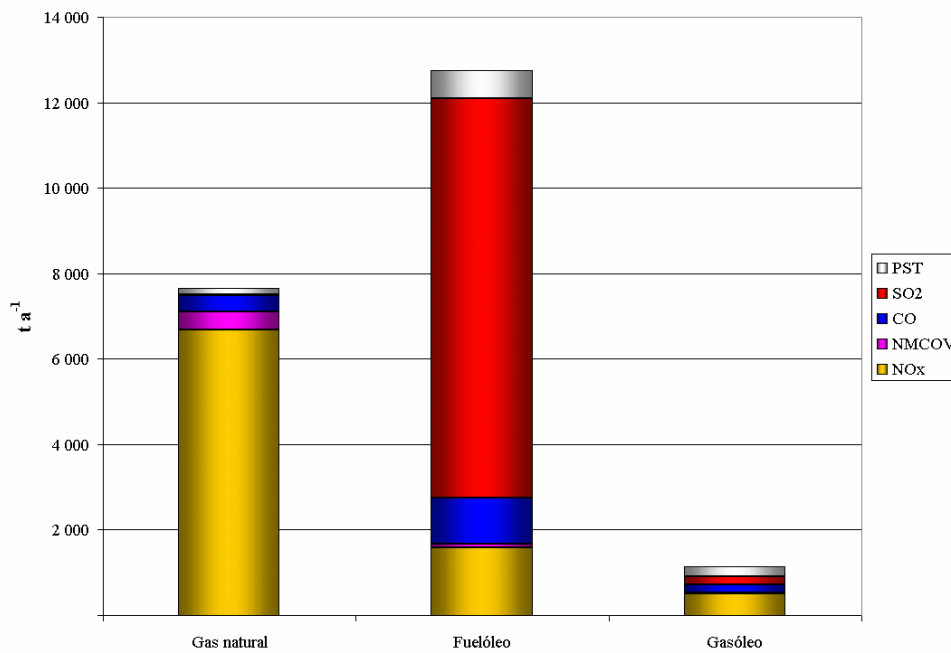
Tabla 5.18: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la generación de energía eléctrica mediante cogeneración en Cataluña durante el año 2000 (t a⁻¹).

Tipo de central	Contaminantes primarios					Total	GEI CO ₂ eq.
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Gas natural	6 690	409	380	28	140	7 647	2 112 378
Fuelóleo	1 591	81	1 073	9 361	654	12 760	416 141
Gasóleo	500	29	193	178	251	1 150	143 924
Total:	8 782	518	1 646	9 567	1 045	21 558	2 672 442

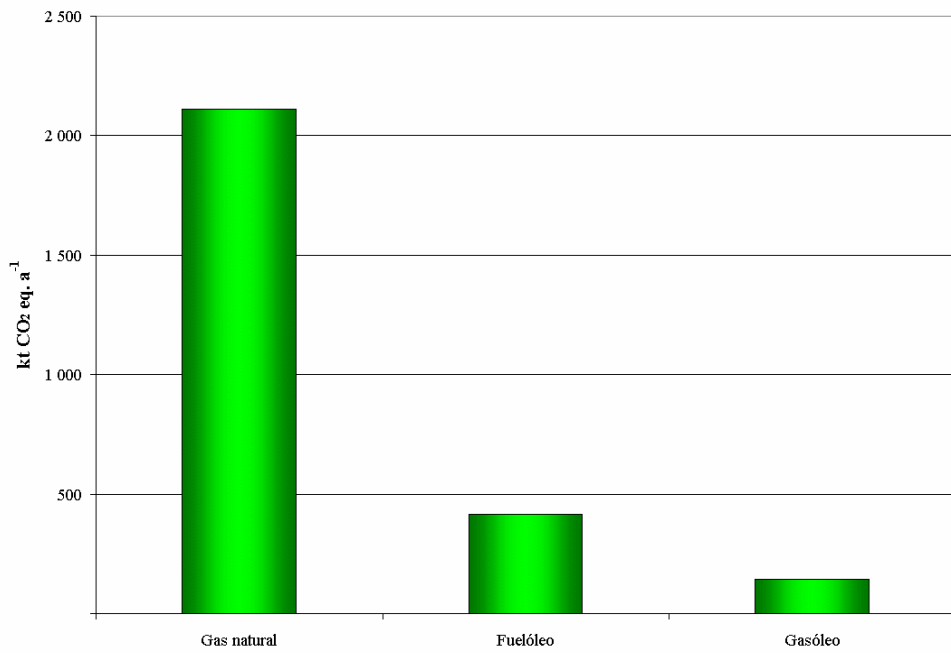
Tabla 5.19: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la generación de energía eléctrica mediante cogeneración en Cataluña durante el año 2000 (%).

Tipo de central	Contaminantes primarios					Total	GEI CO ₂ eq.
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Gas natural	76.18	78.87	23.09	0.29	13.40	35.47	79.04
Fuelóleo	18.12	15.56	65.21	97.85	62.60	59.19	15.57
Gasóleo	5.70	5.57	11.70	1.86	24.00	5.34	5.39
Total:	100	100	100	100	100	100	100

La operación de las centrales de cogeneración, especialmente de las de menor potencia, puede ser bastante variable a lo largo del año. Fue una actividad complicada y demorada la obtención de la información para la estimación de las emisiones, debido al número de centrales y operadores. Para las emisiones horarias (excepto para la central de cogeneración de Repsol-Petróleo) se optó pragmáticamente por asumir un mismo valor para todo el año, de acuerdo al perfil indicado en la Figura 5.20.



(a) Contaminantes primarios (t a⁻¹)



(b) Gases de efecto invernadero (kt CO₂ eq. a⁻¹)

Figura 5.19: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la generación de energía eléctrica mediante cogeneración en Cataluña durante el año 2000.

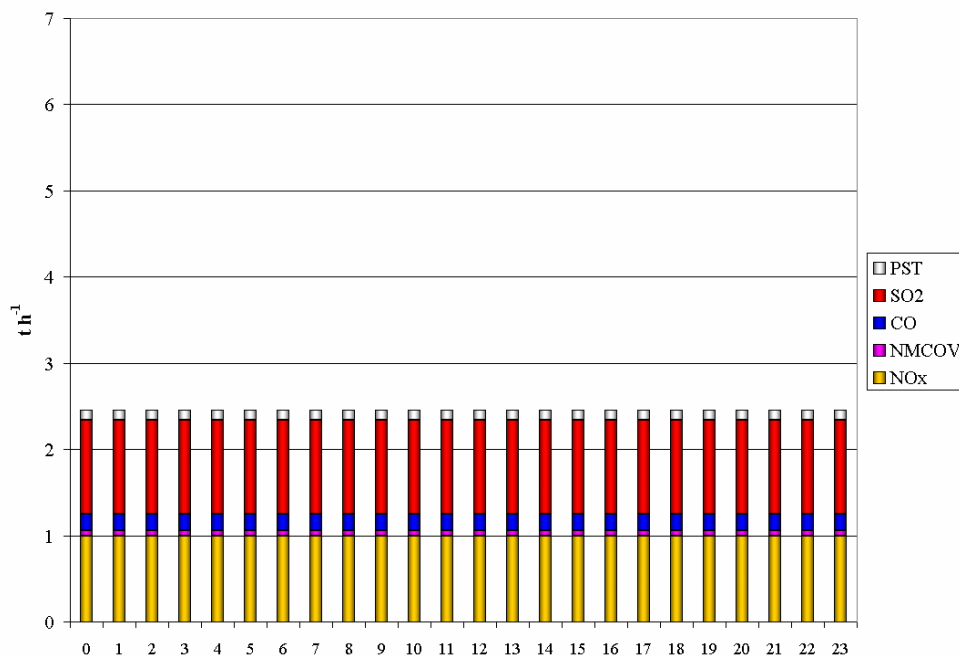


Figura 5.20: Emisiones horarias de contaminantes primarios debido a la producción de energía mediante cogeneración (t h⁻¹).

5.2.11.2 Emisiones producidas por las incineradoras

La Tabla 5.20, la Tabla 5.21 y la Figura 5.21 indican la composición de las emisiones. La emisión total de contaminantes primarios asciende a 831.4 t a⁻¹, de las cuales el 92 % se produjo por la incineración de residuos urbanos (siendo Sant Adrià del Besòs, con el 33 %, Mataró, con el 24 % y Tarragona, con el 24 %, las incineradoras más contaminantes). Las emisiones de GEI alcanzan a 1 182 kt CO₂ eq. a⁻¹.

El 73 % de la emisión anual de contaminantes primarios corresponde a los NO_x, seguido del SO₂, que representa el 12 %. Los otros contaminantes primarios en conjunto representan el restante 15 %.

Es difícil caracterizar las fluctuaciones de las emisiones horarias de las incineradoras, a menos que se cuente con medidas en continuo. En los perfiles indicados anteriormente se observó una franja importante de variación para las emisiones horarias registradas por la red XEAC. En este comportamiento intervienen varios de factores, especialmente el cambio de las características de los residuos (como el PCI), o de las condiciones de operación. Para las incineradoras no conectadas a la red XEAC, pragmáticamente se asumió un solo perfil horario para todo el año. Se debe indicar que de la consulta con los propios gestores, todas las incineradoras laboraron las 24 horas del día y prácticamente durante todo el año (más de 8 000 horas de actividad), lo que justifica la asunción anterior.

La Figura 5.22 presenta el perfil horario de emisiones de contaminantes primarios para los días 14 y 15 de agosto de 2000, debido a la incineración de residuos en las 8 centros analizados. Los emisiones varían aproximadamente entre 90 - 105 kg h⁻¹.

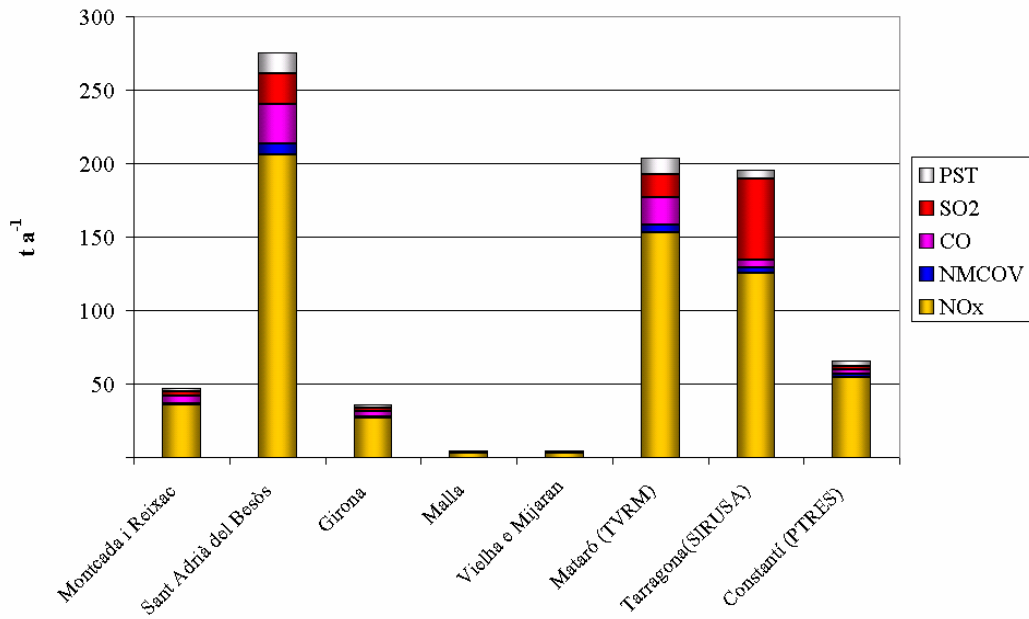
Capítulo 5: Emisiones industriales

Tabla 5.20: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la incineración de residuos en Cataluña durante el año 2000 (t a⁻¹).

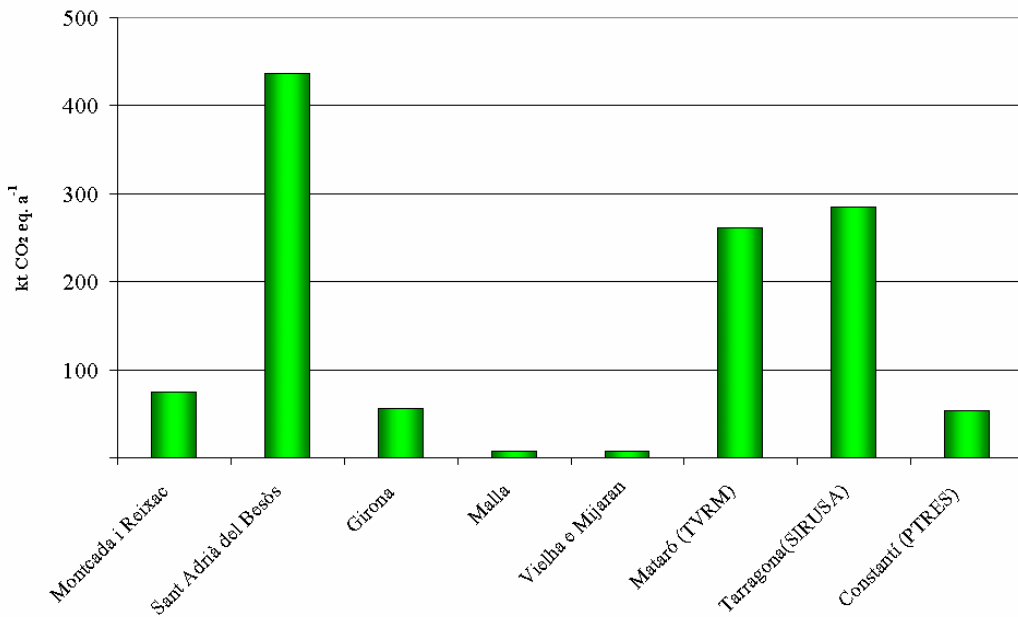
Incineradora	Contaminantes primarios					Total	GEI CO ₂ eq.
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Residuos municipales							
Montcada i Reixac	35.5	1.2	4.7	3.6	2.4	47.4	75 125.5
Sant Adrià del Besòs	206.3	6.9	27.5	20.6	13.8	275.0	436 172.2
Girona	26.7	.9	3.6	2.7	1.8	35.6	56 522.2
Malla	3.3	.1	.4	.3	.2	4.5	7 065.2
Vielha e Mijaran	3.3	.1	.4	.3	.2	4.4	6 902.4
Mataró (TVRM)	152.9	5.1	19.1	15.3	11.2	203.7	261 496.6
Tarragona(SIRUSA)	125.2	4.1	5.3	55.2	5.4	195.4	285 270.9
Subtotal:	553.3	18.4	61.2	98.1	35.0	765.9	1 128 555.0
Residuos especiales							
Constantí (PTRES)	54.4	2.1	3.1	2.5	3.4	65.5	53 110.6
Total:	607.7	20.5	64.3	100.5	38.4	831.4	1 181 665.5

Tabla 5.21: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la incineración de residuos en Cataluña durante el año 2000 (%).

Incineradora	Contaminantes primarios					Total	GEI %
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Residuos municipales							
Montcada i Reixac	5.85	5.77	7.37	3.53	6.17	5.70	6.36
Sant Adrià del Besòs	33.94	33.52	42.77	20.52	35.83	33.08	36.91
Girona	4.40	4.34	5.54	2.66	4.64	4.29	4.78
Malla	0.55	0.54	0.69	0.33	0.58	0.54	0.60
Vielha e Mijaran	0.54	0.53	0.68	0.32	0.57	0.52	0.58
Mataró (TVRM)	25.16	24.88	29.77	15.22	29.13	24.49	22.13
Tarragona(SIRUSA)	20.60	20.17	8.32	54.95	14.17	23.50	24.14
Subtotal:	91.04	89.77	95.14	97.54	91.09	92.12	95.51
Residuos especiales							
Constantí (PTRES)	8.96	10.23	4.86	2.46	8.91	7.88	4.49
Total:	100	100	100	100	100	100	100



(a) Contaminantes primarios (t a⁻¹)



(b) Gases de efecto invernadero (kt CO₂ eq. a⁻¹)

Figura 5.21: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la incineración de residuos en Cataluña durante el año 2000.

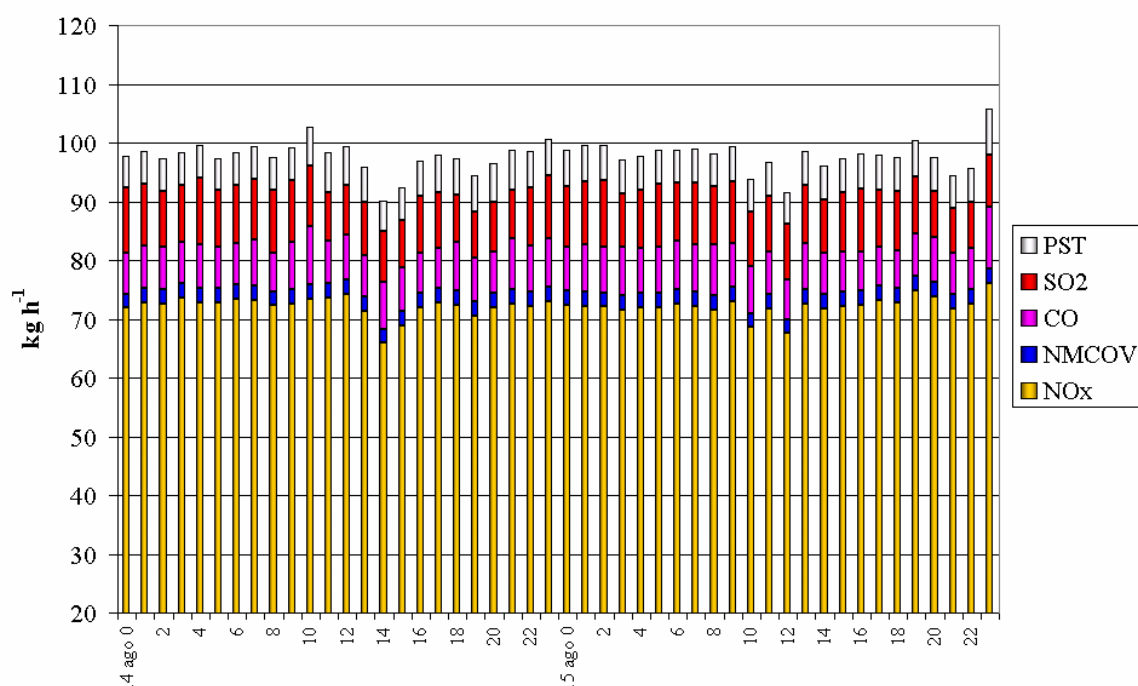


Figura 5.22: Emisión de contaminantes primarios durante los días 14 y 15 de agosto de 2000, debido a la incineración de residuos en Cataluña (kg h^{-1}).

5.2.11.3 Emisiones producidas por la infraestructura para la reducción de residuos

La Tabla 5.22 indica la composición de las emisiones debidas a la operación de las centrales. La emisión total de contaminantes primarios asciende a 260.1 t a^{-1} , de las cuales el 90 % corresponden a los NO_x . La emisión de GEI alcanza las $74.5 \text{ kt CO}_2 \text{ eq. a}^{-1}$.

Tabla 5.22: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la generación de energía eléctrica en las infraestructuras para la reducción de residuos durante el año 2000 (t a^{-1}).

Central	Contaminantes primarios					Total	GEI $\text{CO}_2 \text{ eq.}$
	NO_x	NMCOV	CO	SO_2	PST		
Corco	117.8	3.2	6.3	.2	2.5	130.0	37 240.3
Voltrega	117.8	3.2	6.3	.2	2.5	130.0	37 240.3
Total:	235.6	6.3	12.6	.5	5.1	260.1	74 480.6

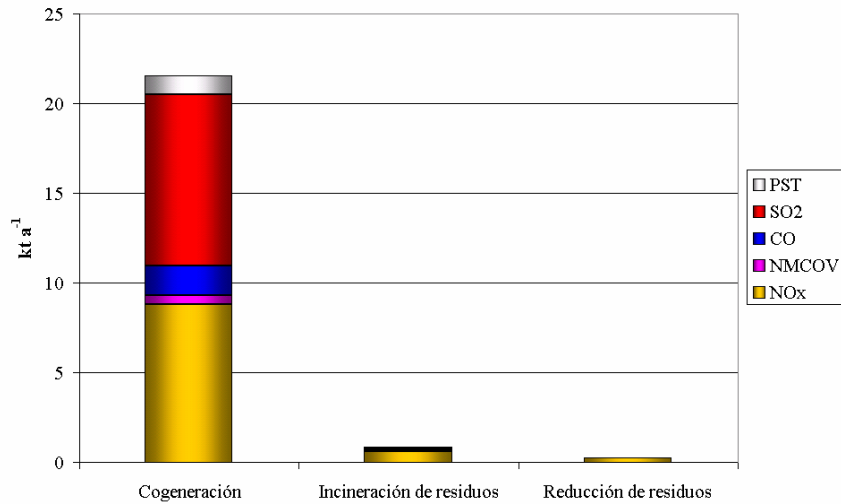
5.2.12 Estructura de las emisiones por la generación eléctrica en Régimen Especial

La Tabla 5.23 y la Figura 5.23 presentan la composición de las emisiones debido a la generación eléctrica en RE durante el año 2000. La emisión total de contaminantes primarios asciende a 22.6 kt a^{-1} , de los cuales el 95 % se emitieron a causa de la cogeneración. La emisión de GEI ascienden a $3 929 \text{ kt CO}_2 \text{ eq. a}^{-1}$, correspondiendo el 68 % a la cogeneración y el 30 % a la incineración de residuos. El 42 % de los contaminantes primarios corresponden a los NO_x , y un porcentaje similar corresponde al SO_2 .

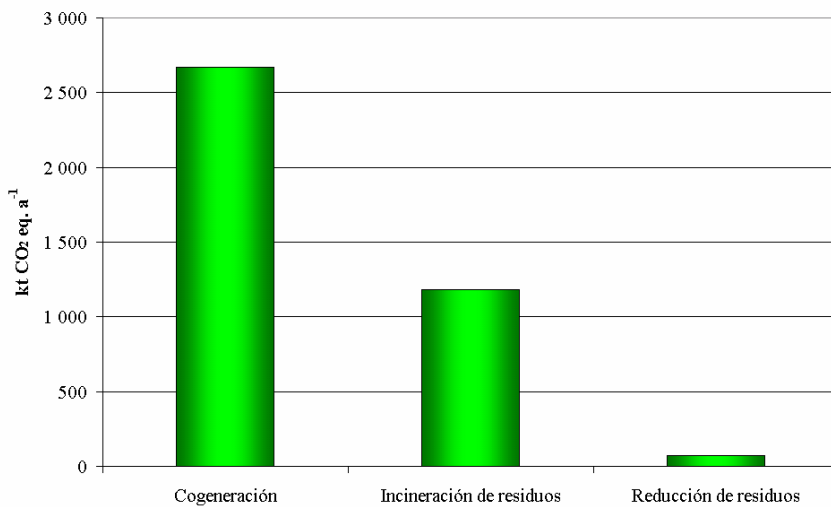
Tabla 5.23: Composición de las emisiones de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la generación de energía eléctrica en Régimen Especial en Cataluña durante el año 2000.

Tipo de central	Contaminantes primarios (t a ⁻¹)					Total	GEI t CO ₂ eq. a ⁻¹
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Cogeneración	8 782.1	518.2	1 645.8	9 566.5	1 045.1	21 557.7	2 672 442.5
Incineración de residuos	607.7	20.5	64.3	100.5	38.4	831.4	1 181 665.5
Reducción de residuos	235.6	6.3	12.6	0.5	5.1	260.1	74 480.6
Total:	9 625.4	545.0	1 722.7	9 667.5	1 088.5	22 649.2	3 928 588.6

Tipo de central	Contaminantes primarios (%)					Total	GEI (%)
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Cogeneración	91.24	95.07	95.54	98.96	96.01	95.18	68.03
Incineración de residuos	6.31	3.76	3.73	1.04	3.53	3.67	30.08
Reducción de residuos	2.45	1.16	0.73	0.00	0.47	1.15	1.90
Total:	100	100	100	100	100	100	100



(a) Contaminantes primarios (t a⁻¹)



(b) Gases de efecto invernadero (kt CO₂ eq. a⁻¹).

Figura 5.23: Composición de la emisión de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero por la generación de energía eléctrica en Régimen Especial en el año 2000.

5.2.13 Composición global de la emisión anual por generación eléctrica

La Tabla 5.24 y la Figura 5.24 indican la composición de las emisiones producidas por la generación de energía eléctrica durante el año 2000. La emisión total de contaminantes primarios asciende a 48 kt a⁻¹, de las cuales el 53 % fueron producidas en las centrales de RO. Los GEI totalizan 5 698 kt CO₂ eq. a⁻¹, correspondiendo el 69 % a la generación en RE. El SO₂, que se emite mayoritariamente en RO (66 %) representa el 59 % de los contaminantes primarios. Los NO_x, que provienen principalmente del RE (64 %), representan el 31 % de los contaminantes primarios. La emisión de los otros contaminantes totalizan el restante 10 %. La proporción de NMCOV es baja (1 %).

Tabla 5.24: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la generación de energía eléctrica en Cataluña durante el año 2000.

Régimen	Contaminantes primarios (t a ⁻¹)					Total	GEI t CO ₂ eq. a ⁻¹
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Ordinario	5 347.3	143.7	422.6	18 822.9	586.8	25 323.4	1 768 966.6
Especial	9 625.4	545.0	1 722.7	9 667.5	1 088.5	22 649.2	3 928 588.6
Total:	14 972.7	688.7	2 145.3	28 490.4	1 675.3	47 972.5	5 697 555.1

Régimen	Contaminantes primarios (%)					Total	GEI (%)
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Ordinario	35.71	20.87	19.70	66.07	35.03	52.79	31.05
Especial	64.29	79.13	80.30	33.93	64.97	47.21	68.95
Total:	100	100	100	100	100	100	100

5.2.14 Especiación

Las emisiones horarias especiadas se obtienen a partir de las emisiones horarias (expresadas en g h⁻¹), mediante la aplicación de la Ecuación 5.9:

$$E_{eij} = \frac{E_{ei} \cdot \text{Factor}_{eij} \cdot \text{RtT}_e}{\text{Pmol}_i} \quad 5.9$$

Siendo:

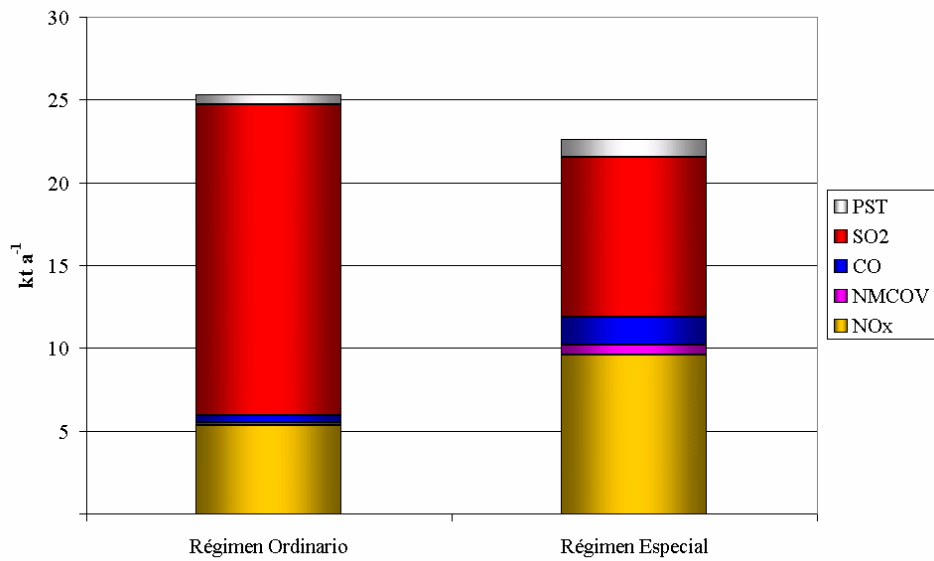
E_{eij} : emisión (moles h⁻¹) de la categoría j del mecanismo CB4, producida por el contaminante i (CO, NO_x, SO_x, NMCOV), de la central de generación de tipo e (lignito, cogeneración gas natural, etc).

E_{ei} : emisión (g h⁻¹) del contaminante i (CO, NO_x, SO_x, NMCOV), de la central de generación de tipo e.

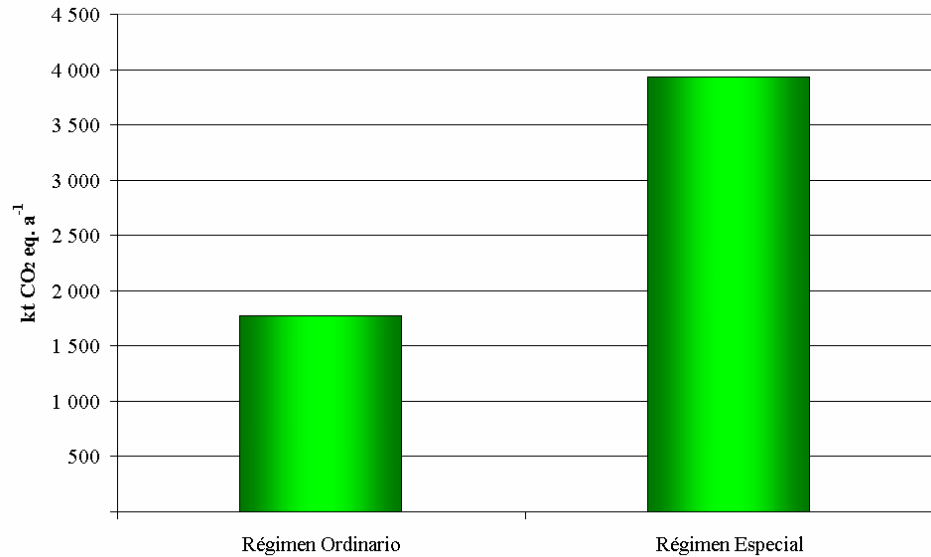
Factor_{eij} : factor de transformación para la categoría j del mecanismo CB4, que corresponde al contaminante i de las emisiones de la central de tipo e (ver la Tabla 5.25, Tabla 5.26 y la Tabla 5.27).

RtT_e : factor de transformación de las emisiones de la central de tipo e, para incorporar el CH₄ a las emisiones de NMCOV. Corresponde al valor denominado "ROG to TOG" en los perfiles de especiación propuestos por la USEPA (USEPA, 2003). Para el CO, NO, NO₂ y SO₂; este parámetro es igual a 1.

Pmol_i : peso molecular del contaminante i (g). Aplicable solamente para el caso del CO, NO, NO₂ y SO₂; según los valores de Tabla 5.25. Para los NMCOV este parámetro es igual a 1.



(a) Contaminantes primarios (t a⁻¹)



(b) Gases de efecto invernadero (kt CO₂ eq. a⁻¹)

Figura 5.24: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la generación de energía eléctrica en Cataluña durante el año 2000.

La Tabla 5.25 indica los valores de Factor_{ej} y Pmol_i para la especiación de las emisiones de CO, NO_x y SO_x. La Tabla 5.26, la Tabla 5.27 indican los valores de Factor_{ej} y de RtT_e para la especiación de las emisiones de NMCOV.

Tabla 5.25: Valores de los parámetros Factor_{ej} y Pmol_i para la especiación de las emisiones horarias de CO, NO_x y SO_x, de las centrales de generación eléctrica.

Tipo de central	Factor _{ej}				Pmol _i				
	CO	NO	NO ₂	SO ₂	CO	NO	NO ₂	SO ₂	
Todas	1	0.586	9	0.1	1	28	30	46	64

Tabla 5.26: Valores de los parámetros $Factor_{eij}$ y RtT_e para la especiación de las emisiones horarias de NMCOV, para las categorías FORM, NR, PAR y TOL, de las centrales de generación eléctrica (USEPA, 2003).

Tipo de central/combustible	RtT_e	FORM	NR	PAR	TOL
Régimen Ordinario					
Lignito/Hulla (1)	1.02	0	0.001 717 514	0.001 138 265	0.001 669 563
Gas natural (2)	1.12	0.002 664 003	0.038 484 627	0.020 220 006	0.000 217 061
Fuelóleo (3)	1.12	0.013 986 014	0.006 789 277	0.027 647 712	0
Régimen Especial					
Cog. gas natural (4)	2.27	0.002 664 003	0.038 484 627	0.020 220 006	0.000 217 061
Cog. gas refinería (5)	2.27	0.000 606 061	0.018 900 51	0.023 297 153	0.000 515 747
Cog. gasóleo (6)	1.12	0.016 217 116	0.000 408 163	0.035 151 968	0
Cog. fuelóleo (3)	1.12	0.013 986 014	0.006 789 277	0.027 647 712	0
Inc. res. urbanos (7)	5.92	0	0.055 989 036	0.001 965 019	0
Inc. res. industriales (8)	5.92	0	0.055 989 036	0.001 965 019	0

(1) SCC 10100300, (2) SCC 10100602, (3) SCC 10200405, (4) SCC 10200604, (5) SCC 39900711, (6) SCC 10200505, (7) SCC 10101201, (8) SCC 10101301

Tabla 5.27: Valores del parámetro $Factor_{eij}$ para la especiación de las emisiones horarias de NMCOV, de las categorías ALD2, ETH, OLE, XYL e ISOP, de las centrales de generación eléctrica (USEPA, 2003).

Tipo de central/combustible	ALD2	ETH	OLE	XYL	ISOP
Régimen Ordinario					
Lignito/Hulla (1)	0.000 299 444	0	0.001 138 265	0.004 510 69	0
Gas natural (2)	0	0	0	0	0
Fuelóleo (3)	0	0	0	0	0
Régimen Especial					
Cog. gas natural (4)	0	0	0	0	0
Cog. gas refinería (5)	0.000 605 028	0.002 288 847	0.001 895 527	0.000 139 439	0
Cog. gasóleo (6)	0	0	0	0	0
Cog. fuelóleo (3)	0	0	0	0	0
Inc. res. urbanos (7)	0	0.003 101 604	0.000 118 821 29	0	0
Inc. res. industriales (8)	0	0.003 101 604	0	0	0

(1) SCC 10100300, (2) SCC 10100602, (3) SCC 10200405, (4) SCC 10200604, (5) SCC 39900711, (6) SCC 10200505, (7) SCC 10101201, (8) SCC 10101301

5.2.15 Incertidumbre

5.2.15.1 Evaluación cualitativa de la incertidumbre

Se incluye una evaluación cualitativa de la incertidumbre mediante la aplicación de un sistema de calificación numérica de los factores de emisión y de los parámetros que conforman la información de sustento del inventario. Se utilizó como referencia, el sistema DARS (USEPA, 2003a), adaptado para esta aplicación específica, según los mismos criterios indicado en el Capítulo 3.

La Tabla 5.28 indica los criterios de evaluación para las emisiones en RO, obteniéndose una evaluación global de 61 puntos. La Tabla 5.29 incluye los criterios para las emisiones debidas a la cogeneración (38 puntos). La Tabla 5.30 presenta la evaluación de las emisiones debidas a la incineración de residuos (59 puntos)

Con los resultados de este sistema de calificación, se puede afirmar que el grado de incertidumbre de las emisiones en RO es similar al de las emisiones debidas a la incineración de residuos. Cualitativamente la estimación de las emisiones debidas a la cogeneración tiene un nivel mayor de incertidumbre.

Tabla 5.28: Evaluación cualitativa de la incertidumbre de las emisiones de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la generación de energía eléctrica en Régimen Ordinario en Cataluña durante el año 2000.

Atributo: método de medida			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Producción bruta de energía eléctrica	9 a	Se conoce el valor de producción para cada central. Se considera que los sistemas de medida son buenos	
Factores de emisión	8 b	Propuestos o deducidos de la literatura especializada para este tipo infraestructura y según el tipo de combustible.	72 (a*b)
Atributo: congruencia espacial			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Producción bruta de energía eléctrica	9 c	Se conoce el valor de producción para cada central y su ubicación geográfica respectiva.	
Factores de emisión	7 d	Se asume que los factores de emisión son adecuados para Cataluña	63 (c*d)
Atributo: congruencia temporal			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Producción bruta de energía eléctrica	8 e	Se considera de buena calidad la información utilizada para la disgregación temporal de las emisiones.	
Factores de emisión	6 f	Se trabaja con un sólo valor durante todo en año.	48 (e*f)
Calificación integrada			
$(a*b+c*d+e*f)/3$			61

Tabla 5.29: Evaluación cualitativa de la incertidumbre de las emisiones de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero por la generación de energía eléctrica en cogeneración en Cataluña en el año 2000.

Atributo: método de medida			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Producción bruta de energía eléctrica	7 a	La producción para cada central se estimó en base a la potencia eléctrica.	
Factores de emisión	6 b	Propuestos o deducidos de la literatura especializada para estas infraestructuras, según el tipo de combustible, aunque puede haber diferencias importantes según la fuente o criterio utilizado.	42 (a*b)
Atributo: congruencia espacial			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Producción bruta de energía eléctrica	6 c	Se estimó el valor de la producción para cada central y su ubicación geográfica respectiva.	
Factores de emisión	7 d	Se asume que los factores de emisión son relativamente adecuados para Cataluña.	42 (c*d)
Atributo: congruencia temporal			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Producción bruta de energía eléctrica	5 e	Se utiliza un sólo valor horario típico para todo el año.	
Factores de emisión	6 f	Se utiliza un sólo valor para todo el año.	30 (e*f)
Calificación integrada			
$(a*b+c*d+e*f)/3$			38

Tabla 5.30: Evaluación cualitativa de la incertidumbre de las emisiones de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la incineración de residuos en Cataluña durante el año 2000.

Atributo: método de medida			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Cantidad de residuos incinerados	9 a	Se conoce la cantidad de residuos incinerados por estación. Se asume que las estadísticas son fiables.	
Factores de emisión	7 b	Se considera que los factores de emisión son de aceptable calidad.	63 (a*b)
Atributo: congruencia espacial			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Cantidad de residuos incinerados	9 c	Se conoce la cantidad de residuos incinerados o por central y su ubicación geográfica respectiva.	
Factores de emisión	8 d	Se asume que los factores de emisión son adecuados para Cataluña. Además, existe una cobertura importante de las emisiones horarias reales de ciertos contaminantes	72 (c*d)
Atributo: congruencia temporal			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Cantidad de residuos incinerados	6 e	Para una parte de las incineradoras se define el perfil de emisiones horarias. Para las otras sólo se estimó un sólo valor horario para todo el año.	
Factores de emisión	7 f	Se utiliza un solo valor para todo el año, no obstante los registros horarios reales de algunos contaminantes incorporan la propia variabilidad temporal de los factores de emisión.	42 (e*f)
Calificación integrada			
$(a*b+c*d+e*f)/3$			59

5.2.15.2 Comparación con los resultados de otros inventarios

La Tabla 5.31 incluye un resumen de las emisiones anuales presentadas en este capítulo. También presenta las emisiones del año 2000 del sector EMEP 1 (debidas a la combustión en la producción y transformación de energía en centrales públicas y de cogeneración) asignada a Cataluña (ver el Capítulo 2). Se incluyen también las emisiones del año 2000 de las centrales térmicas (Cercs, Besòs, Foix y Sant Adrià) operadas por Endesa en Cataluña (Endesa, 2003).

Tabla 5.31: Estimación de las emisiones por generación eléctrica en Cataluña durante el año 2000 (t a⁻¹).

Contaminante	Esta valoración			Sector 1 emisiones EMEP Cataluña	Endesa (2003) (centrales en RO)
	RO	RE	Total		
NO _x	5 347.3	9 625.40	14 972.70	11 509	5 151
NMCOV	143.7	545	688.7	385	
CO	422.6	1 722.70	2 145.30	1 256	
SO ₂	18 822.9	9 667.50	28 490.40	38 486	17 526
PST	586.8	1 088.50	1 675.30		567
GEI	1 768 966.6	3 928 588.60	5 697 555.10 (1)		1 805 000 (2)

(1) Expresado en t CO₂ eq. a⁻¹, (2) Expresado en t CO₂ a⁻¹

Las emisiones debidas a la incineración de residuos no forma parte del sector 1 EMEP, sin embargo, debido a su baja participación en Cataluña (menos del 2 % de las emisiones por generación eléctrica), los valores del sector 1 EMEP son adecuados como elementos de comparación. La emisión de NO_x presentada en este capítulo es un 30 % mayor al correspondiente valor EMEP. La emisión de SO₂ es por el contrario es un 26 % menor.

En comparación con los valores de emisión presentados por Endesa para las centrales de RO, las emisiones de NO_x, SO₂, PST y GEI tienen una muy buena congruencia.

5.2.16 Discusión

EMICAT2000 incorpora las emisiones procedentes de la generación eléctrica. El modelo de cálculo se basa en la generación bruta anual de electricidad y en el uso de factores de emisión según el tipo de central y el tipo de combustible. Para el caso de las incineradoras, la actividad básica constituye la cantidad anual de residuos incinerados. Se considera que la información sobre la producción eléctrica procede de estadísticas bastante fiables.

La información utilizada para la desagregación temporal de las emisiones en RO es de mejor calidad en relación con las de RE; sin embargo, dentro de estas últimas fue posible incorporar las emisiones horarias reales de determinados contaminantes de algunas chimeneas de un grupo, aunque reducido, de centrales conectadas a la red XEAC.

La conformación de las emisiones de contaminantes primarios de esta fuente se compone mayoritariamente de SO₂ (59 %) y NO_x (31 %). La generación en RO produce aproximadamente el 50 % de las emisiones de contaminantes primarios y el 30 % de los GEI. De estos resultados se deduce la menor carga contaminante (en relación a los contaminantes primarios) que implica la generación eléctrica en RE.

Las emisiones de SO₂ provienen fundamentalmente del uso de carbón en la central de Cercs, y en menor porcentaje, por el uso de fuelóleo, tanto en RO y RE.

La información disponible para las centrales en RO permite una desagregación temporal de mayor calidad en comparación con las de RE.

Las emisiones reales horarias pueden presentar un comportamiento variable, según se deduce del procesamiento de las emisiones reales obtenidas de la red XEAC. Para llenar los datos faltantes en franjas sin registros, se utilizaron enfoques pragmáticos como el uso de valores de medios registros existentes inmediatamente antes y después de los períodos sin datos, o el uso de perfiles medios obtenidos con los datos existentes. Se utilizó en algunos casos, una relación para la obtención de las emisiones de PST en función de la opacidad.

Se incluye una evaluación cualitativa de la incertidumbre, que identifica los aspectos que a futuro pueden ser mejorados. Se considera que el nivel de incertidumbre de las emisiones en RO es comparable con el correspondiente a las emisiones por incineración de residuos. Las emisiones por cogeneración cualitativamente tienen mayor incertidumbre que las anteriores.

Como elemento de comparación externo, se utilizan las emisiones anuales deducidas de la base europea EMEP para Cataluña y las emisiones presenta el gestor de las centrales térmicas en RO. Las emisiones presentan un nivel de congruencia bastante aceptable

5.2.17 Resumen de las características del modelo de emisiones debido a la generación eléctrica

Tabla 5.32: Situación actual del modelo de emisiones debido a la generación eléctrica en Cataluña durante el año 2000.

Gestión de la información base	
	Observaciones
Producción anual bruta de energía. Incineración anual de residuos	Fuente (DICT, 2003), (DICT, 2000a; b; c; d; e, f, g; h; i; j; k; l). Se conoce la producción específica para cada centro en RO. Para las centrales de cogeneración, se estimó la producción eléctrica en función de la potencia. Se conoce la cantidad anual de residuos incinerados en cada centro
Factores de emisión	(EEA, 2001), (USEPA, 2003) Facilitados por el Dr. J. M. Baldasano Seleccionadas de diferentes fuentes y/o definidos como parte de esta tesis doctoral, en función del tipo de central y del combustible utilizado.
Cálculo de las emisiones	
	Observaciones
Modelo de emisiones	Se utiliza el modelo básico de emisiones: actividad x factor de emisión. Se conocen las emisiones reales horarias para un grupo de contaminantes y un número reducido de centrales en RE conectados a la red XEAC.
Cálculo de emisiones horarias	Centrales en RO: aplicación de perfiles diarios (laborable o festivo) específicos para cada mes. Uso de un sólo valor horario, para el caso de las centrales de cogeneración e incineración de residuos. Perfiles de emisión horarios deducidos de los registros reales de emisión para un número reducido de centrales en RE (3 incineradoras + 1 central de cogeneración)
Cálculo de emisiones diarias	Centrales en RO y la mayoría de RE: a partir de las emisiones anuales. Centrales con registros en la XEAC: suma de las emisiones horarias.
Análisis de incertidumbre	Método cualitativo modificado tipo DARS.
Postproceso de la información	
	Observaciones
Archivos para alimentar un MTQ.	Especiación según el mecanismo CB4.

5.3 Producción de cemento portland

Es una de las industrias de mayor demanda energética. La roca caliza, que tiene un alto contenido de carbonato de calcio (CaCO_3) constituye la materia prima básica. Una vez extraída de la cantera, se reduce su tamaño mediante trituración, y se somete luego a un proceso de molturación con la adición en determinados porcentajes de arcilla, areniscas y materiales ferrosos. El fino polvo que se obtiene, se somete a un proceso de calentamiento dentro de un horno cilíndrico rotatorio, con temperaturas del orden de los 1 450 °C, en donde se produce la reacción de la Ecuación 5.10, dando lugar a la formación del clinker.



El clinker se somete a un nueva etapa de molturación con la adición de yeso, obteniéndose finalmente el cemento portland. Se destaca que uno de los productos de la reacción de la Ecuación 5.10 es CO_2 . De hecho, la producción de cemento portland es adicionalmente una de las fuentes más importantes de CO_2 no energético.

Los principales contaminantes asociados son los NO_x , SO_2 , PST; y en menor escala, el CO y NMCOV. La emisión de partículas, que se produce en diferentes puntos de la planta (como el sitio de acopio, trituración, sistema de enfriamiento del clinker, silos de almacenamiento y embalaje) suele ser un tema de constante preocupación ambiental. Adicionalmente, se producen emisiones de metales y compuestos clorados.

5.3.1 Las cementeras de Cataluña

En Cataluña existen 7 plantas cuya producción en el año 2000 fue de 7 081 334 t (IDESCAT, 2003). La Tabla 5.33 indica la capacidad y la producción por planta. El valor de producción de Molins Industrial S.A. fue proporcionado por el propio fabricante, y los demás valores fueron estimados en base a la capacidad instalada por planta. La Tabla 5.33 indica las coordenadas UTM y las dimensiones de las chimeneas de los gases de combustión. Para el caso de la planta de Cemex S.A. en Alcanar se obtuvo mayor información sobre su configuración, a partir de información facilitada por el DMA.

La Figura 5.25 indica la ubicación de las plantas. Sólo una está fuera de la provincia de Barcelona.

Tabla 5.33: Capacidad y producción de cemento portland por planta en Cataluña en el año 2000.

Planta	Ubicación	Capacidad (t a^{-1}) (AFCC, 1993)	Producción (t a^{-1})
Cemex S.A.	Alcanar (Tarragona)	2 185 000	1 747 950 a
Cemex S.A.	Vilanova i la Geltrú (Barcelona)	120 000	95 997 a
Cemex S.A.	Sant Feliu de Llobregat (Barcelona)	900 000	719 980 a
Lafarge Asland S.A.	Montcada i Reixac (Barcelona)	900 000	719 980 a
Molins Industrial S.A.	Sant Vicenç dels Horts (Barcelona)	1 640 000	1 237 500 b
Uniland Cementera S.A.	els Monjos (Barcelona)	2 000 000	1 599 955 a
Uniland Cementera S.A.	Vallcarca (Barcelona)	1 200 000	959 973 a
Total:		8 945 000	7 081 334 c

a: estimada en función de la capacidad de la planta y de la producción anual en Cataluña. b: facilitado por el propio fabricante. c: fuente (IDESCAT, 2003).

Tabla 5.34: Ubicación y dimensiones de las chimeneas de expulsión de los gases del horno de las cementeras de Cataluña.

Central	Chimenea	Coordenadas UTM (m)		Datos de la chimenea (m)		
		X	Y	Altura	Diámetro	
Cemex S.A.	Alcanar	Forn 1 Nord	292 235	4 494 910	72.5	1.8
Cemex S.A.	Alcanar	Forn 1 Sud	292 235	4 494 910	72.5	1.8
Cemex S.A.	Alcanar	Forn 2	291 980	4 494 910	72.0	2.0
Cemex S.A.	Alcanar	Forn 3	291 980	4 494 930	62.5	3.0
Cemex S.A.	Vilanova i la Geltrú		393 470	4 566 150	43.0	1.3
Cemex S.A.	Sant Feliu de Llobregat		421 029	4 583 634	60.0	3.3
Lafarge Asland S.A.	Montcada i Reixac		432 080	4 592 184	72.0	3.2
Molins Industrial S.A.	Sant Vicenç dels Horts		416 300	4 584 536	27.8	3.1
Uniland Cementera S.A.	els Monjos		388 093	4 574 551	70.0	4.5
Uniland Cementera S.A.	Vallcarca		404 635	4 566 319	80.3	3.0

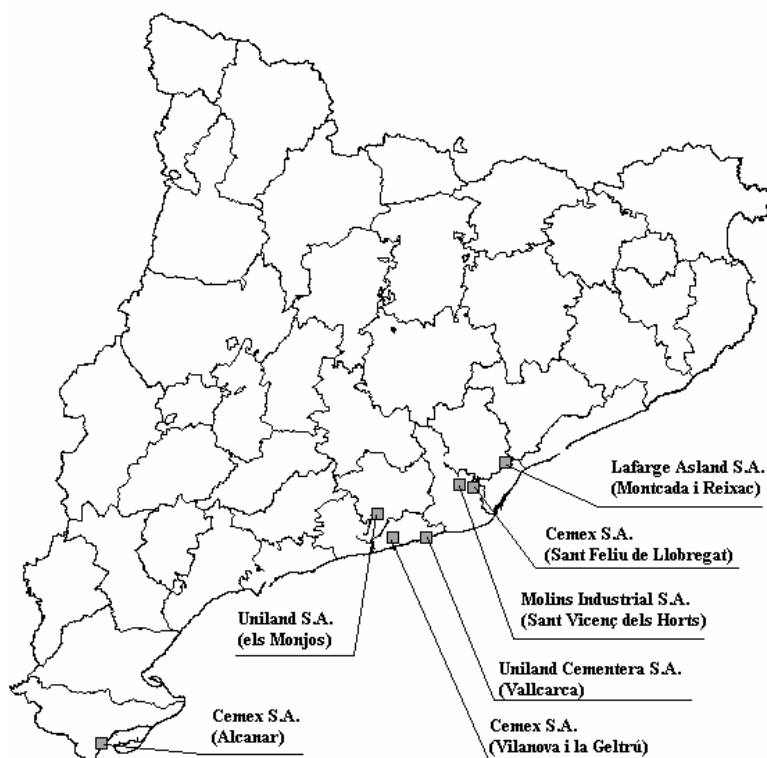


Figura 5.25: Ubicación de las plantas de producción de cemento portland en Cataluña.

En estas plantas se usa principalmente coque de petróleo y hulla. De acuerdo a la información proporcionada por el ICAEN, durante el año 2000 se consumieron en las cementeras, un total de 588.6 ktep (75.6 ktep de hulla + 513.0 ktep de coque de petróleo).

Las chimeneas de la planta de Cemex S.A. en Alcanar, están conectadas a la red XEAC, no obstante, en la base de datos del año 2000, para tres de las cuatros chimeneas indicadas en la Tabla 5.33 existen registros que cubren el 18 % del año, para las emisiones de partículas, el caudal y la temperatura de los gases de salida. Del análisis de los datos del caudal se observa un comportamiento más o menos definido, alrededor de una caudal medio.

5.3.2 Modelo de emisiones

Las emisiones anuales se obtienen mediante la Ecuación 5.11:

$$E_{ij}(k, \text{anual}) = 1000.PA_j(k).FE_{ij} \quad 5.11$$

Parámetros:

- i : contaminante/GEI (NO_x, NMCOV, CO, SO₂, PST, CO₂, CH₄ y N₂O).
 j: chimenea de la cementera de orden j, que se ubica en la celda k

Término:

- E_{ij}(k,anual): emisión anual del contaminante i de la cementera j, que se ubica en la celda de orden kth. Se expresa en g a⁻¹.

Datos:

- FE_{ij} : factor de emisión del contaminante i que corresponde a la cementera j. Se expresa en kg por tonelada de cemento producido (kg t cemento⁻¹).

- PA_j(k): producción anual de cemento en la planta j . Se expresa en t a⁻¹.

Debido a la estabilidad en el funcionamiento de este tipo de infraestructuras, se asumió un nivel de actividad uniforme para todo el año.

5.3.3 Factores de emisión

Se revisaron diferentes fuentes, y finalmente se seleccionaron los factores de emisión indicados en la Tabla 5.35. Para ello se tuvo en consideración el tipo de combustible, los valores o rangos de variación sugeridos en la literatura y la información disponible tanto de la red XEAC, como de las medidas de control puntuales efectuadas por DMA. El factor de emisión de CO₂ incluye las emisiones de combustión como el liberado según la reacción indicada en la Ecuación 5.10.

Tabla 5.35: Factores de emisión seleccionados para el cálculo de las emisiones por la producción de cemento portland en Cataluña

Contaminante	kg t cemento ⁻¹	Fuente
NO _x	1.35	(EEA, 2002)
NMCOV	0.003 6	(EEA, 2002)
CO	0.5	
SO ₂	0.2	(EEA, 2002)
PST	0.6	(EEA, 2002)
CO ₂	1 100 (*)	(USEPA, 2003)
CH ₄	0.36	(EEA, 2002)
N ₂ O	0.3	(EEA, 2002)

(*) Incluye las emisiones debidas a combustión y las provenientes del CaCO₃.

5.3.4 Emisiones anual y horaria

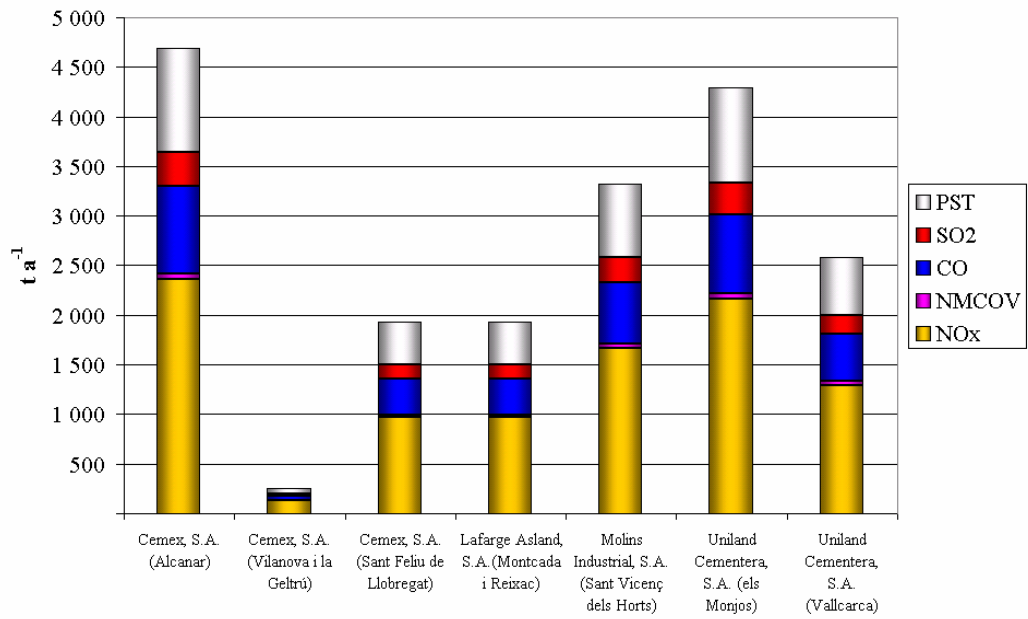
La Tabla 5.18, la Tabla 5.19 y la Figura 5.19 indican la composición de las emisiones del año 2000. La emisión total de contaminantes primarios asciende a 19 kt a⁻¹, de las cuales el 50 % corresponden a los NO_x, 22 % a las PST y 19 % al CO. Las emisiones de GEI alcanzan las 8 477 kt CO₂ eq. a⁻¹. El porcentaje de emisión de gases es evidentemente, proporcional a la producción anual. La Figura 5.27 indica la magnitud anual de las emisiones de CO₂ según la ubicación de las cementeras.

Tabla 5.36: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la producción de cemento en Cataluña durante el año 2000 (t a⁻¹).

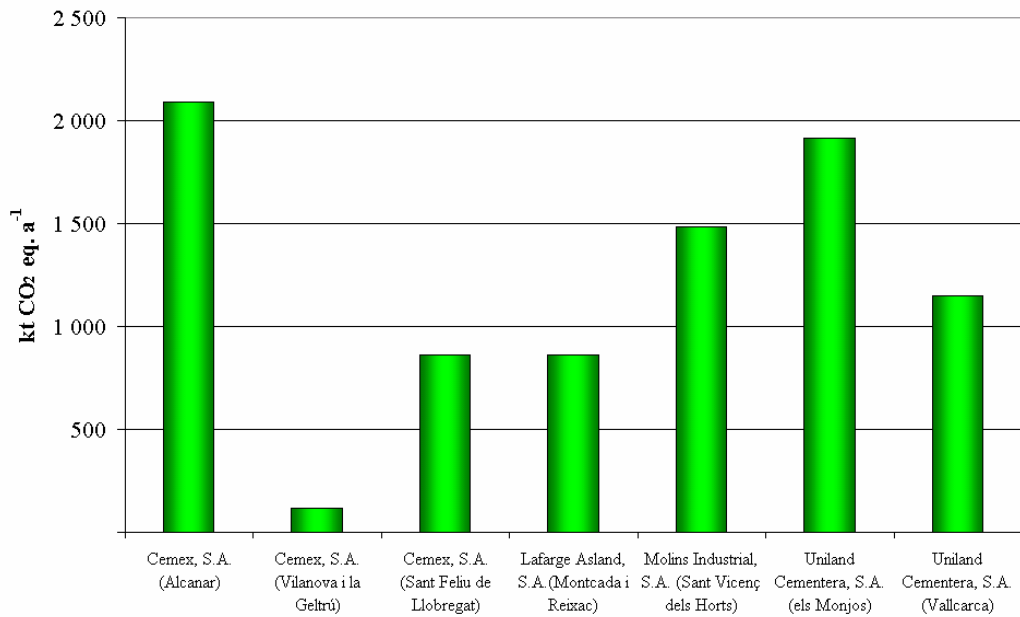
Planta	Contaminantes primarios					Total	GEI CO ₂ eq.
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Cemex S.A. Alcanar	2 359.7	62.9	874.0	349.6	1 048.8	4 695.0	2 092 436
Cemex S.A. Vilanova i la Geltrú	129.6	3.5	48.0	19.2	57.6	257.8	114 916
Cemex S.A. Sant Feliu de Llobregat	972.0	25.9	360.0	144.0	432.0	1 933.9	861 873
Lafarge Asland S.A. Montcada i Reixac	972.0	25.9	360.0	144.0	432.0	1 933.9	861 873
Molins Industrial S.A. Sant Vicenç dels Horts	1 670.6	44.6	618.8	247.5	742.5	3 323.9	1 481 387
Uniland Cementera S.A. els Monjos	2 159.9	57.6	800.0	320.0	960.0	4 297.5	1 915 274
Uniland Cementera S.A. Vallcarca	1 296.0	34.6	480.0	192.0	576.0	2 578.5	1 149 164
Total:	9 559.8	254.9	3 540.7	1 416.3	4 248.8	19 020.5	8 476 923

Tabla 5.37: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la producción de cemento en Cataluña durante el año 2000 (%).

Planta	Contaminantes primarios					Total	GEI %
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Cemex S.A. Alcanar	24.68	24.68	24.68	24.68	24.68	24.68	24.68
Cemex S.A. Vilanova i la Geltrú	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Cemex S.A. Sant Feliu de Llobregat	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17
Lafarge Asland S.A. Montcada i Reixac	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17
Molins Industrial S.A. Sant Vicenç dels Horts	17.48	17.48	17.48	17.48	17.48	17.48	17.48
Uniland Cementera S.A. els Monjos	22.59	22.59	22.59	22.59	22.59	22.59	22.59
Uniland Cementera S.A. Vallcarca	13.56	13.56	13.56	13.56	13.56	13.56	13.56
Total:	100	100	100	100	100	100	100



(a) Contaminantes primarios (t a⁻¹)



(b) Gases de efecto invernadero (kt CO₂ eq. a⁻¹)

Figura 5.26: Emisión de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la producción de cemento en Cataluña durante el año 2000.

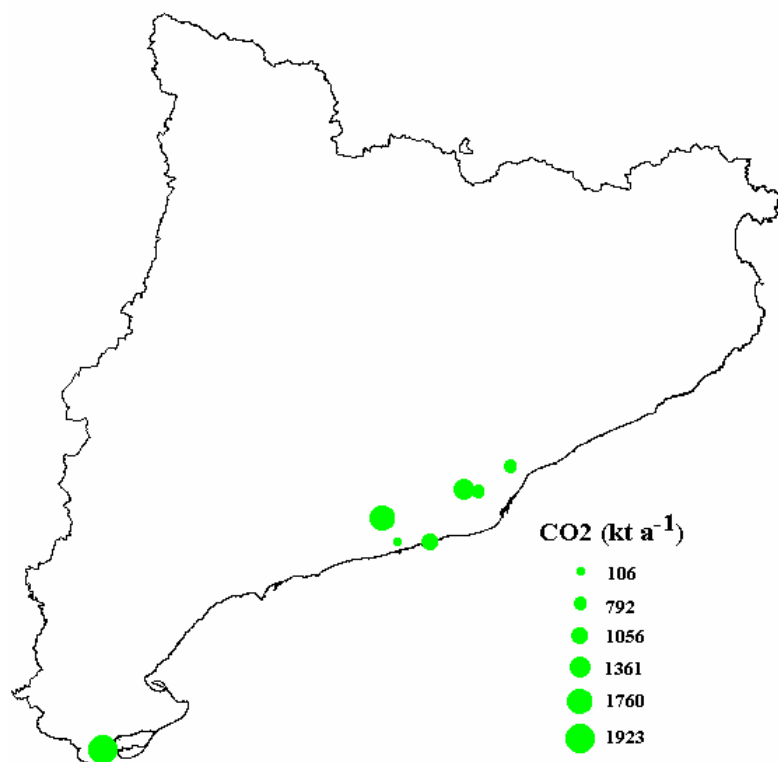


Figura 5.27: Magnitud anual de las emisiones de CO₂ debido a la producción de cemento en Cataluña durante el año 2000.

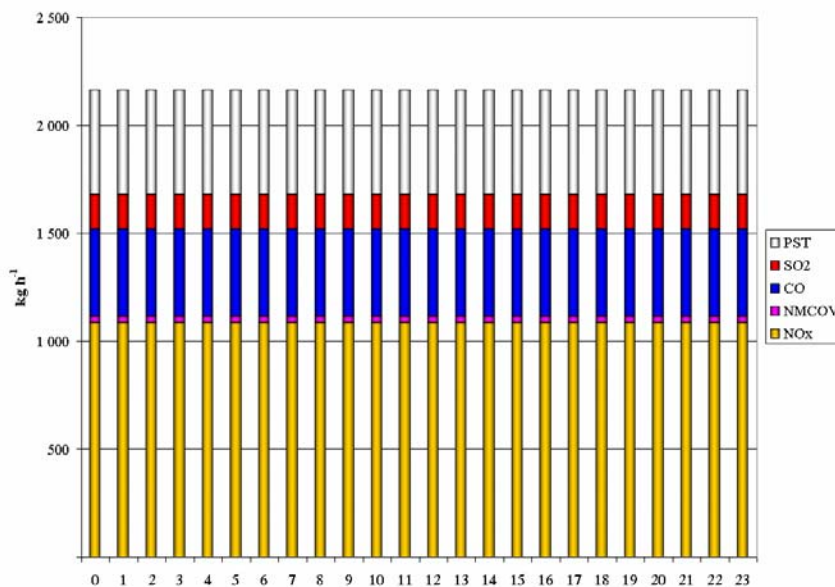


Figura 5.28: Emisiones horarias de contaminantes primarios debido a la producción de cemento en Cataluña durante el año 2000 (kg h⁻¹).

La Figura 5.28 presenta el perfil homogéneo de las emisiones horarias de contaminantes primarios. En total, la emisión de NO_x se estima en 1.1 t h⁻¹, 0.5 t h⁻¹ para las PST y 0.4 t h⁻¹ para el SO₂.

5.3.5 Evaluación cualitativa de la incertidumbre

La Tabla 5.28 presenta la evaluación cualitativa de la incertidumbre mediante la aplicación del sistema de calificación presentado en el Capítulo 3.

Tabla 5.38: Evaluación cualitativa de la incertidumbre de las emisiones de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la producción de cemento portland en Cataluña durante el año 2000.

Atributo: método de medida			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Producción de cemento portland	8 a	Se considera que el valor estadístico de producción total es confiable, no obstante no fue posible conocer el valor real de producción de cada centro	
Factores de emisión	7 b	Propuestos o deducidos de la literatura especializada para este tipo infraestructura y según el tipo de combustible.	56 (a*b)
Atributo: congruencia espacial			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Producción de cemento portland	9 c	Se conoce las coordenadas de las chimeneas con aceptable fiabilidad.	
Factores de emisión	7 d	Se considera que los factores de emisión son aceptables para Cataluña	63 (c*d)
Atributo: congruencia temporal			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Producción de cemento portland	8 e	Es asumible que la producción sea constante durante todo el año.	
Factores de emisión	6 f	Se trabaja con un sólo valor para todo el año.	48 (e*f)
Calificación integrada			
$(a*b+c*d+e*f)/3$			56

5.4 Refino de petróleo y producción de olefinas

El petróleo es un combustible fósil formado por una amplia variedad de hidrocarburos. En promedio, se compone en un 84 % de carbono, 14 % de hidrógeno, 1 - 3 % de compuestos de azufre, < 1 % de compuestos de nitrógeno, < 1 % de compuestos oxigenados, < 1 % de metales y < 1 % de sales. Es un recurso natural muy apreciado en base del cuál se ha desarrollado el sistema socioeconómico de la sociedad moderna, debido principalmente al alto poder calorífico, la versatilidad para el aprovechamiento energético y la amplia variedad de combinaciones químicas que se pueden obtener de sus derivados.

Previamente, el aprovechamiento del petróleo requiere de la obtención de sus diferentes derivados en una refinería. Este tipo de instalación es compleja y en ella se desarrollan procesos de separación, conversión, combinación y tratamiento, a más de las actividades inherentes de recepción del petróleo y almacenaje.

La separación de las distintas clases de hidrocarburos se consigue por medio de la destilación. Se calienta el petróleo hasta unos 400 °C y luego se envía en estado de vapor hasta un torre de enfriamiento, en donde se produce la separación en altura de las diferentes fracciones, según sus diferentes densidades y temperaturas de vaporización/condensación. Las fracciones con menores puntos de ebullición se ubican en la parte superior de la columna. Desde derivaciones ubicadas a diferentes niveles y en orden decreciente en densidad y puntos de fusión, se obtienen la fracción gas, la nafta, la gasolina, el queroseno, el gasóleo, la fracción pesada y los residuos de refino. Para poder recuperar más derivados de los residuos de refino, es necesario pasar esta fracción por otra torre de destilación que trabaje al vacío.

Parte de los derivados obtenidos de la destilación suelen ser sometidos a tratamientos complementarios en busca de una mayor cantidad de derivados de mayor interés comercial (como la obtención de gasolina a partir de productos pesados). Estas conversiones se desarrollan mediante procesos como el craqueo (térmico o catalítico), la isomerización, alquilación, o la polimerización. Adicionalmente, los derivados se someten a procesos de tratamiento para la reducción de impurezas (como el azufre), su estabilización o el afinamiento de sus propiedades.

Hay una fuente de emisiones por combustión, debido a la energía requerida para la vaporización del petróleo y la demanda energética de las otras unidades de proceso. Las emisiones fugitivas se relacionan con COV liberados en diferentes puntos de la refinería, ya sea desde válvulas de operación, puntos de muestreo, sellos de los sistemas de bombeo y compresores, o conexiones de tuberías. La destilación y los procesos de conversión, combinación y tratamiento; también tienen asociadas emisiones fugitivas. Las refinerías de petróleo constituyen fuentes importantes de SO₂, NO_x y COV, y en menor grado, CO y PST.

Por otra parte, la industria petroquímica de base emplea como materia prima las olefinas, siendo las de mayor interés aquellas fracciones que poseen de dos a cinco átomos de carbono (etileno, propileno, n-buteno, butadieno e isopreno).

En Europa, normalmente se utiliza la nafta (obtenida de la destilación primaria del petróleo) como materia prima para la obtención de las olefinas. A más de las emisiones propias de combustión debidas a la demanda energética del proceso de craqueo, también existe una cantidad importante de emisiones fugitivas de COV.

5.4.1 Las refinerías de petróleo y plantas de olefinas en Cataluña

En Cataluña existen 2 refinerías, ambas ubicadas en el complejo industrial de Tarragona: 1) la refinería de Repsol Petróleo, destinada principalmente a la obtención de productos ligeros; y 2) la refinería de Asfaltos Españoles (Asesa), destinada principalmente a la obtención de asfalto.

Existe una relación importante entre las dos refinerías ya que la fracción pesada obtenida en la planta de Repsol Petróleo se envía a Asesa para que sea nuevamente sometida al proceso de destilación (DICT, 2002).

En Cataluña existen dos plantas para la fabricación de olefinas, ubicadas asimismo en el complejo industrial de Tarragona: 1) Repsol, y 2) Dow Chemical. En las dos instalaciones se utiliza nafta como materia prima para la obtención de olefinas.

Hay una relación estrecha entre la refinería y la planta de olefinas de Repsol, ya que primera proporciona una parte de la nafta requerida por su fábrica de olefinas. La nafta se utiliza parcialmente para la obtención de productos químicos de base (etileno, propileno y otros) y productos energéticos (como gas de refinería, gasolina de pirolisis y fuelóleo). Algunos de los últimos regresan a la refinería y otros se consumen en la propia planta de olefinas con fines energéticos (DICT, 2002).

En el año 2000 se procesaron un total de 8 830.1 ktep de petróleo (DICT, 2002). La Tabla 5.39 indica la capacidad y producción por planta. Los valores de producción se estimaron en base de la capacidad instalada. La Tabla 5.39 indica adicionalmente las coordenadas UTM y las dimensiones de las chimeneas de los gases de combustión.

La Tabla 5.40 indica la cantidad de etileno y propileno producido en las plantas de Repsol y Dow Chemical en el año 2000, así como las coordenadas UTM y dimensiones de las chimeneas de salida de los gases de combustión.

Tabla 5.39: Capacidad y cantidad de petróleo procesado en el año 2000 en las refinerías de Cataluña.

Refinería	Capacidad (t a ⁻¹) (AEQT, 1999)	Producción (t a ⁻¹)	Datos de la chimenea			
			Coordenadas UTM (m)		Dimensiones (m)	
			X	Y	Altura	Diámetro
Repsol Petróleo	8 000 000	7 514 620 a	350 825	4 559 865	113	7.8
Asesa	1 400 000	1 315 058 a	350 215	4 552 130	65	2.7
Total:	9 400 000	8 829 678				

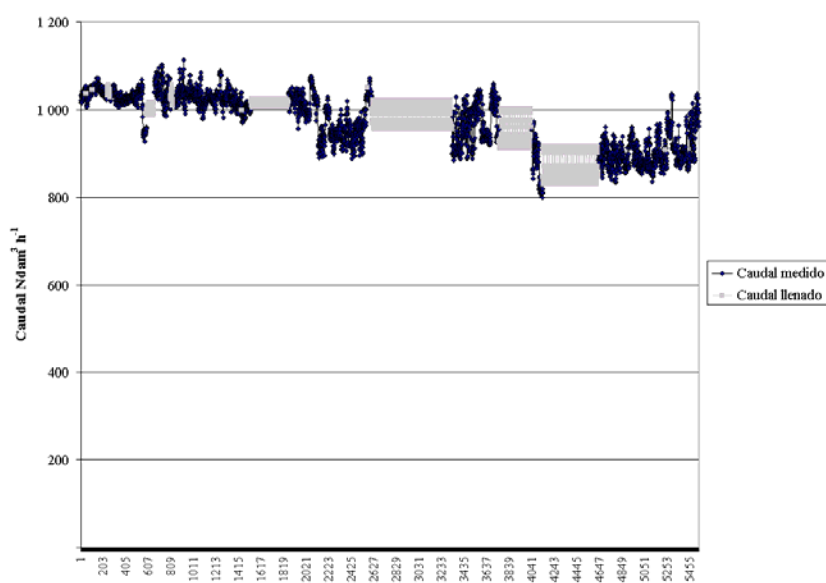
a: estimada en función de la capacidad de la planta y de la cantidad total de petróleo refinado en Cataluña en el año 2000.

Tabla 5.40: Cantidad de etileno y propileno procesado en el año 2000 en las plantas de olefinas de Cataluña.

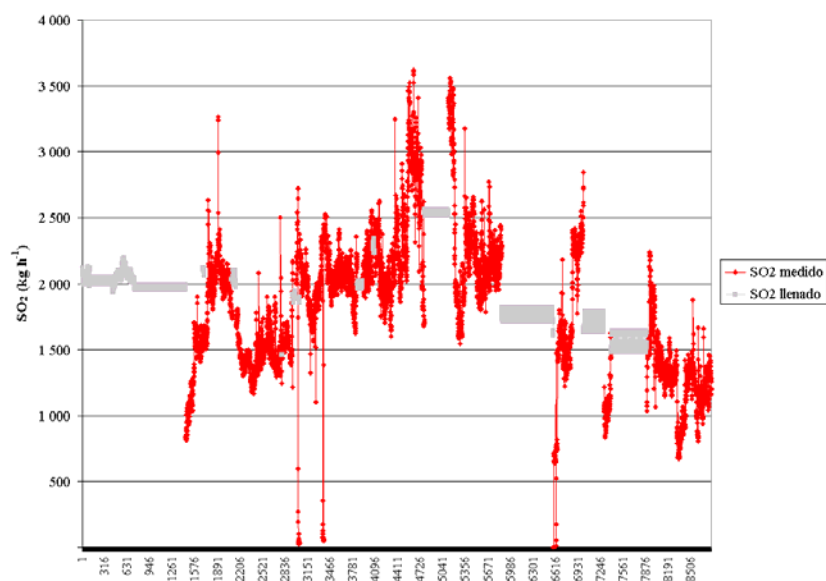
Planta de olefinas	Producto	Producción (t a ⁻¹)	Datos de la chimenea			
			Coordenadas UTM (m)		Dimensiones (m)	
			X	Y	Altura	Diámetro
Repsol	Etileno	608 000				
	Propileno	336 368	350 920	4 559 289	115	7.2
Dow Chemical	Etileno	444 788				
	Propileno	203 632	350 935	4 560 320	115	6.6
Totales	Etileno	1 052 788				
	Propileno	540 000				
		1 592 788				

Según el ICAEN, en el año 2000 el consumo de energía en las refinерías catalanas (incluido el consumo de la planta de olefinas de Repsol) fue de 1 202.8 ktep (784.1 ktep de gas de refinерía + 383.6 ktep de fuelóleo + 35.1 de gas natural). Con esta información se estimó el consumo energético de cada planta, mediante el prorrateo del consumo total con la capacidad instalada. Se obtuvo un consumo energético de 907.8 ktep para la refinерía Repsol Petróleo, de 158.9 ktep para Asea, y de 136.2 ktep para la planta de olefinas de Repsol.

La chimenea de Repsol Petróleo está conectada a la red XEAC, existiendo una cobertura del 59 % de las lecturas horarias de las emisiones de SO₂, la opacidad, el caudal de gases y la temperatura. La Figura 5.29 indica el comportamiento del caudal durante el año. Los registros horarios faltantes se llenaron utilizando perfiles medios obtenidos con datos anteriores y posteriores a cada intervalo sin datos. Se observa que el caudal presenta un comportamiento más o menos definido, con valores horarios que varían entre 800 y 1 100 Ndam³ h⁻¹.



(a) Caudal (Ndam³ h⁻¹)



(b) SO₂ (kg h⁻¹)

Figura 5.29: Registros horarios del caudal y de las emisiones de SO₂ de la chimenea de gases de combustión de la refinерía de Repsol Petróleo durante el año 2000.

La Figura 5.29 también incluye el perfil obtenido para las emisiones de SO₂, contaminante que presenta una variación fuerte durante el año, con valores que varían principalmente entre 700 y 3 500 kg h⁻¹, habiendo también pocos registros del orden de solamente 4 kg h⁻¹. Las emisiones horarias de los registros faltantes se estimaron mediante el caudal horario respectivo y el factor de emisión medio de SO₂ de los registros existentes.

La chimenea de la planta de olefinas de Repsol está conectada a la red XEAC, existiendo una cobertura del 57 % de las lecturas horarias del caudal (Figura 5.30), las emisiones de NO, SO₂, y opacidad (Figura 5.31) y temperatura de los gases de combustión. Los registros horarios faltantes se llenaron utilizando del mismo modo perfiles medios obtenidos con los datos anteriores y posteriores a cada intervalo sin información. El caudal presenta una variabilidad importante en la primera mitad del año, con valores entre 500 - 2 000 Ndam³ h⁻¹; después, sin embargo se vuelve relativamente estable, con valores alrededor de 1 200 Ndam³ h⁻¹. La opacidad presenta porcentajes entre el 8 - 15 % en la primera mitad del año, luego los valores se vuelven más bajos, entre 4 - 9 % principalmente; aunque hay valores puntuales hasta de 20 - 35 %. Las emisiones de NO, del mismo modo presentan una variación importante en la primera mitad del año, con valores entre 80 - 350 kg h⁻¹, aunque después hay períodos con variaciones menos intensas pero con valores medios diferentes. El SO₂ presenta un comportamiento similar, sus emisiones tienen una amplia variación, especialmente en el primera mitad del año, con valores entre 8 - 2 500 kg h⁻¹. Se puede afirmar que hay una relativa relación entre la variación del caudal y las correspondientes emisiones. La carga contaminante de SO₂ es importante, hasta 10 veces el valor medido para el NO.

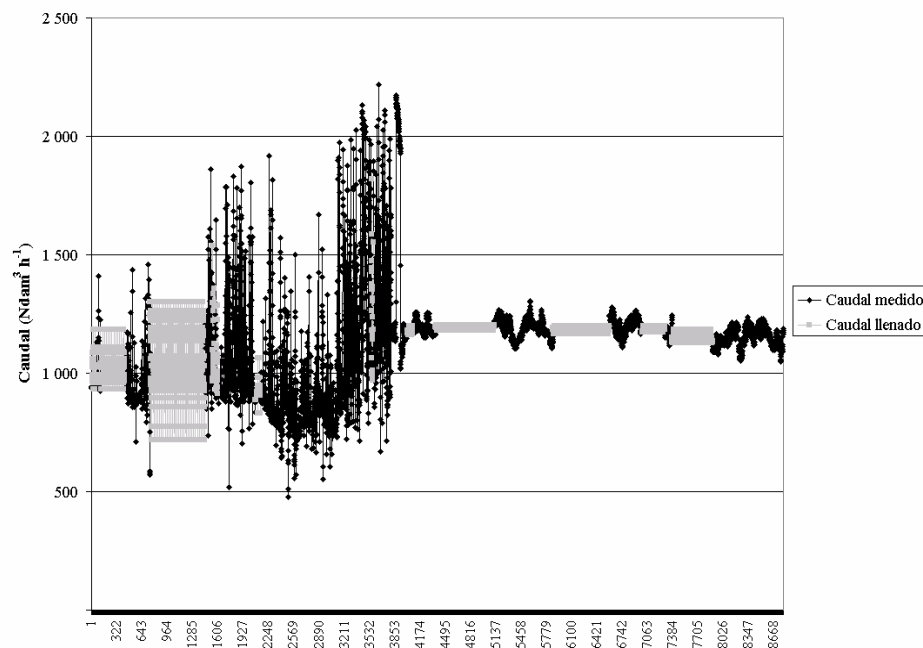
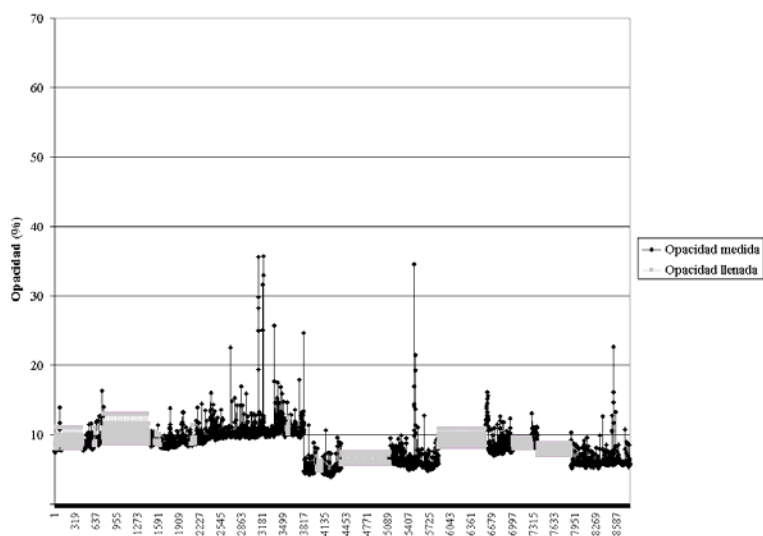
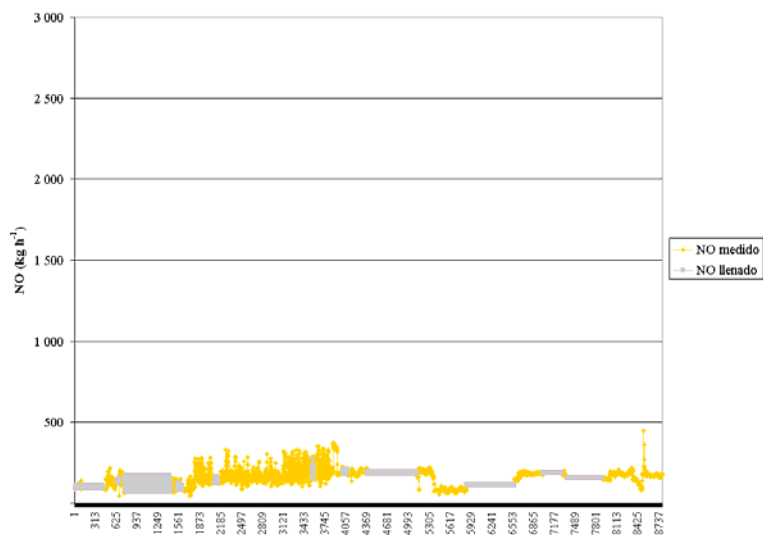


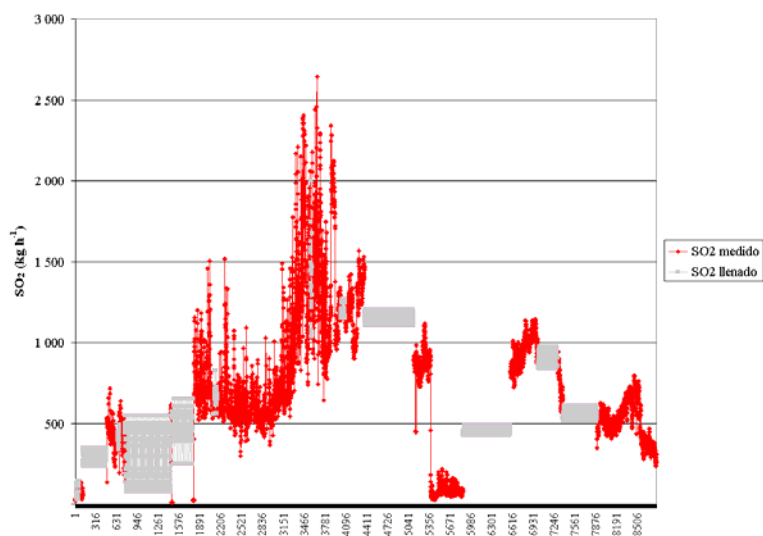
Figura 5.30: Registros horarios del caudal de la chimenea de gases de combustión de la planta de olefinas de Repsol durante el año 2000.



(a) Opacidad (%)

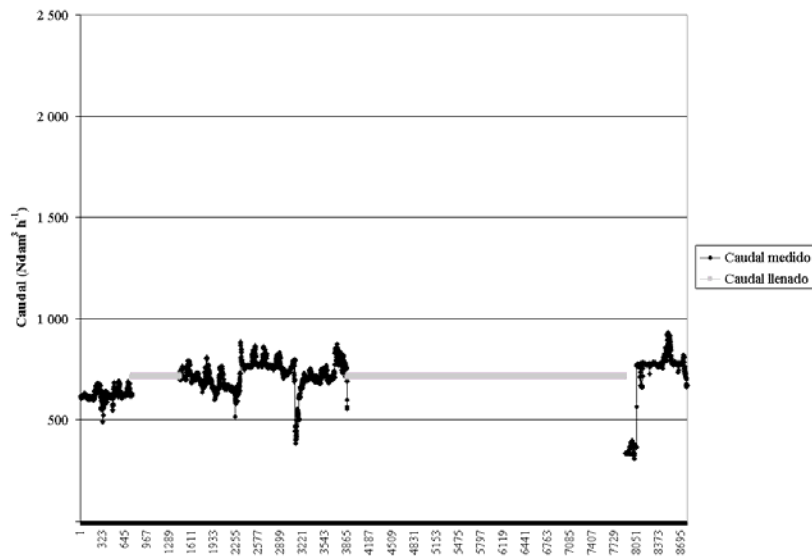


(b) NO (kg h^{-1})

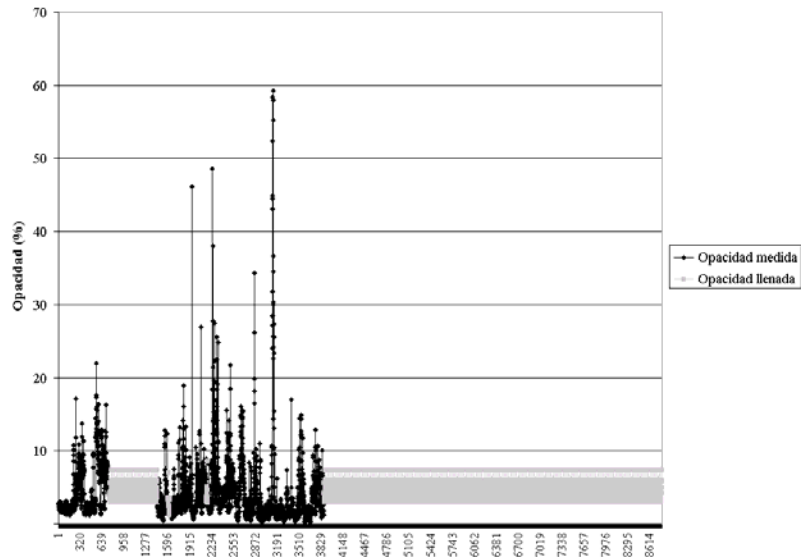


(c) SO₂ (kg h^{-1})

Figura 5.31: Registros horarios de la opacidad y de las emisiones de NO y SO₂ de la chimenea de gases de combustión de la planta de olefinas de Repsol durante el año 2000.



(a) Caudal ($\text{Ndam}^3 \text{h}^{-1}$)



(b) Opacidad (%)

Figura 5.32: Registros horarios del caudal y de la opacidad de la chimenea de gases de combustión de la planta de olefinas de Dow Chemical durante el año 2000.

La chimenea de la planta de olefinas de Dow Chemical también está conectada a la red XEAC, existiendo una cobertura del 44 % de las lecturas horarias de las emisiones de NO_x , SO_2 , la opacidad, el caudal y temperatura de los gases de combustión. El caudal presenta valores entre $300 - 900 \text{ Ndam}^3 \text{ h}^{-1}$ (Figura 5.32). La opacidad tiene porcentajes principalmente entre el 1 - 10 %, aunque hay valores hasta 15 - 60 % (Figura 5.32). Las emisiones de NO_x presentan valores alrededor de 80 kg h^{-1} . El SO_2 valores alrededor de 40 kg h^{-1} . En términos generales, la chimenea de Dow Chemical emite la mitad de gases, la tercera parte de las emisiones de NO_x y el 3 % de las emisiones de SO_2 , en comparación con la chimenea de la planta de olefinas de Repsol.

5.4.2 Modelo emisiones

Las emisiones horarias de combustión se obtienen mediante la Ecuación 5.12:

$$E_i(k, \text{horario}) = FE_i \cdot CE \cdot \frac{Q_h}{Q_m} \quad 5.12$$

Parámetros:

i : contaminante/GEI (NO_x , NMCOV, CO, SO_2 , PST, CO_2 , CH_4 y N_2O).

Término:

$E_i(k, \text{horario})$: emisión horaria del contaminante i de la refinería/planta de olefinas, que se ubica en la celda de orden k^{th} . Se expresa en g h^{-1} .

Datos:

FE_i : factor de emisión del contaminante i . Se expresa en g GJ^{-1} .

CE: consumo energético medio horario ($4\ 326.8\ \text{GJ h}^{-1}$ para la refinería Repsol Petróleo, $757.2\ \text{GJ h}^{-1}$ para Asesa, $649.0\ \text{GJ h}^{-1}$ para la planta de olefinas de Repsol y $454.3\ \text{GJ h}^{-1}$ para la planta de olefinas de Dow Chemical).

Q_h : caudal de emisión horario ($\text{Ndam}^3\ \text{h}^{-1}$).

Q_m : caudal medio de emisión horario ($\text{Ndam}^3\ \text{h}^{-1}$), considerando los registros de todo el año.

Para la refinería de Asesa, aunque está incluida en la red XEAC, no hay registros de emisión horaria en la información entregada por el DMA, por lo que la relación Q_h/Q_m de la Ecuación 5.12 es igual a 1.

Las emisiones de las PST para la refinería de Repsol Petróleo, planta de olefinas de Repsol y planta de olefinas de Dow Chemical, se estimaron con las ecuaciones 5.13, 5.14 y 5.15, respectivamente. Estas ecuaciones se deducen mediante la Ley de Beer-Lambert, que relaciona la opacidad con concentración de partículas, la superficie específica y el diámetro de la chimenea.

$$E_{\text{PST}} = -\frac{\ln\left[1 - \frac{\text{Opac}}{100}\right]}{0.002184} \cdot Q \quad 5.13$$

$$E_{\text{PST}} = -\frac{\ln\left[1 - \frac{\text{Opac}}{100}\right]}{0.00149} \cdot Q \quad 5.14$$

$$E_{\text{PST}} = -\frac{\ln\left[1 - \frac{\text{Opac}}{100}\right]}{0.002112} \cdot Q \quad 5.15$$

Siendo:

E_{PST} : emisión de PST (g h^{-1}).

Opac: registro horario de la opacidad (%).

Q : caudal de emisión de gases ($\text{Ndam}^3\ \text{h}^{-1}$).

5.4.3 Factores de emisión

En base al consumo energético en las refinerías, y de los factores de emisión para calderas con potencia entre 50 - 300 MW propuestos en (EEA, 2002) para la combustión de gas de refinería, fuelóleo y gas natural, se estructuraron los factores de emisión indicados en la Tabla 5.41. Los factores de emisión de SO₂ y PST son sólo aplicables para Asesa. La Tabla 5.41 también incluye los factores para las emisiones de proceso (no relacionadas con combustión) y las fugitivas.

La Tabla 5.42 indica los factores de emisión seleccionados para las emisiones por la producción de olefinas. Para el caso de la planta de Dow Chemical, se seleccionaron factores de emisión que corresponden a la combustión de fuelóleo (Dow, 2003).

Tabla 5.41: Factores de emisión para el cálculo de las emisiones debido al refino de petróleo.

Contaminante	Emisiones de combustión g GJ ⁻¹	Emisiones de proceso		
			Unidad	Fuente
NO _x	179	0.06	kg t petróleo procesado ⁻¹	(IPCC, 1996), (EEA, 2002)
NMCOV	20	0.62 **	kg t petróleo procesado ⁻¹	(IPCC, 1996)
CO	8	0.09	kg t petróleo procesado ⁻¹	(IPCC, 1996), (EEA, 2002)
SO ₂	72.1*	0.93	kg t petróleo procesado ⁻¹	(IPCC, 1996), (EEA, 2002)
PST	3 *	0.006 7	kg t petróleo procesado ⁻¹	(EEA, 2002)
CO ₂	65 304			
CH ₄	1	745 **	kg PJ ⁻¹	(IPCC, 1996)
N ₂ O	3			

* Aplicable a la refinería de Asesa. ** Incluye las emisiones de proceso y las fugitivas

Tabla 5.42: Factores de emisión para el cálculo de las emisiones debido a la producción de olefinas.

Contaminante	Emisiones de combustión g GJ ⁻¹		Emisiones fugitivas (IPCC, 1996)	
	Repsol	Dow Chemical		Unidad
NO _x	*	*		
NMCOV	20	10	1.4	kg t (etileno + propileno) ⁻¹
CO	8	12		
SO ₂	*	*		
PST	**	**		
CO ₂	65 304	76 800		
CH ₄	1	1		
N ₂ O	3	5		

* Obtenidos a partir de la red XEAC. ** Obtenidos por medio de la Ley de Beer-Lambert.

5.4.4 Emisiones anual y horaria

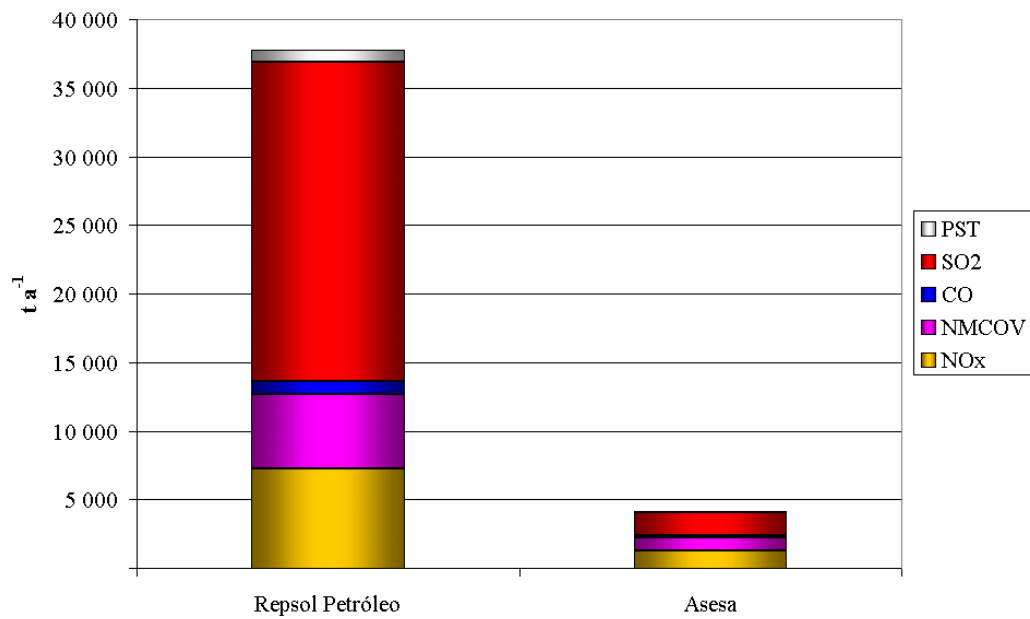
La Tabla 5.43 y la Figura 5.33 indican la composición de las emisiones debido al refinado de petróleo. La emisión total de contaminantes primarios asciende a 41.9 kt a^{-1} , de las cuales el 60 % corresponden al SO_2 , 20 % a los NO_x y 15 % a los NMCOV. Las emisiones de GEI alcanzan las $2\,929 \text{ kt CO}_2 \text{ eq. a}^{-1}$. En la refinera de Repsol se produce el 90 % de los contaminantes primarios y 85 % de los GEI. Las emisiones de proceso/fugitivas representan el 36 % de los contaminantes primarios, y de éstas, el 54 % corresponde al SO_2 y el 36 % a los NMCOV. La Figura 5.34 indica la magnitud anual de las emisiones de SO_2 según la ubicación de las refineras.

Tabla 5.43: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido al refinado de petróleo en Cataluña durante el año 2000.

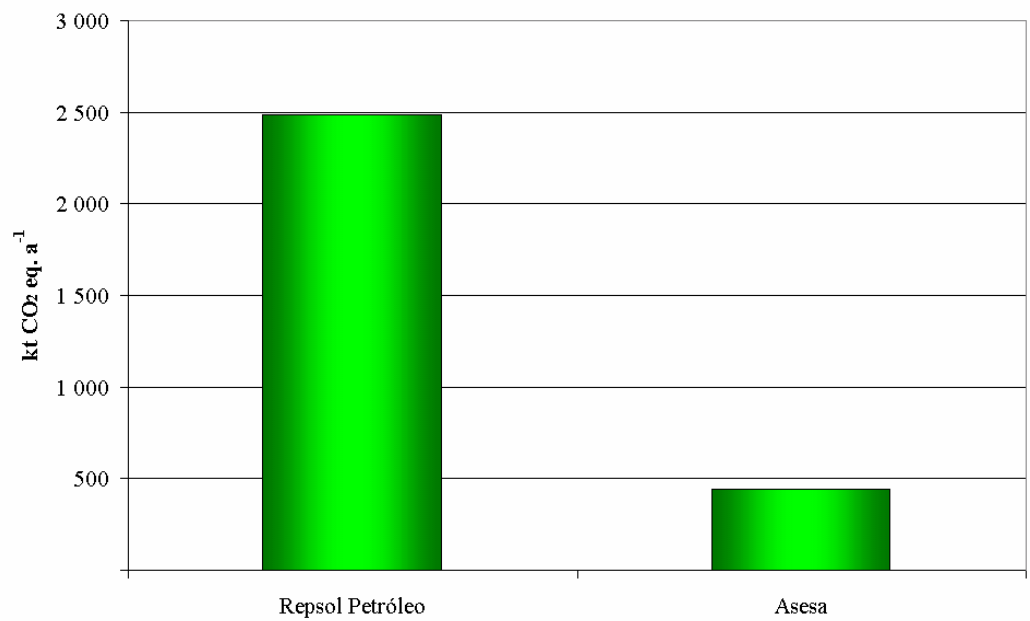
Refinería/tipo de emisión	Contaminantes primarios (t a^{-1})					Total	GEI $\text{t CO}_2 \text{ eq. a}^{-1}$
	NO_x	NMCOV	CO	SO_2	PST		
Repsol combustión	6 797	746	300	16 286	806	24 934	2 481 984
Repsol proceso/fugitivas	451	4 659	676	6 989	50	12 825	5 391
Subtotal Repsol	7 248	5 405	976	23 274	856	37 760	2 487 375
Asesa combustión	1 190	131	52	480	20	1 872	441 023
Asesa proceso/fugitivas	79	815	118	1 223	9	2 244	943
Subtotal Asesa	1 268	946	171	1 703	29	4 116	441 967
Total:	8 517	6 351	1 147	24 977	885	41 876	2 929 342

Refinería/tipo de emisión	Contaminantes primarios (%)					Total	GEI %
	NO_x	NMCOV	CO	SO_2	PST		
Repsol combustión	79.81	11.75	26.13	65.20	91.06	59.54	84.73
Repsol proceso/fugitivas	5.29	73.36	58.98	27.98	5.69	30.63	0.18
Subtotal Repsol	85.11	85.11	85.11	93.18	96.75	90.17	84.91
Asesa combustión	13.97	2.06	4.57	1.92	2.26	4.47	15.06
Asesa proceso/fugitivas	0.93	12.84	10.32	4.90	1.00	5.36	0.03
Subtotal Asesa	14.89	14.89	14.89	6.82	3.25	9.83	15.09
Total:	100	100	100	100	100	100	100

La Figura 5.35 presenta el perfil de las emisiones horarias de contaminantes primarios para los días 15 y 16 de agosto de 2000. En total, la emisión de SO_2 asciende a $3.1 - 3.6 \text{ t h}^{-1}$, 0.9 t h^{-1} para los NO_x y 0.7 t h^{-1} para los NMCOV.



(a) Contaminantes primarios (t a⁻¹)



(b) Gases de efecto invernadero (kt CO₂ eq. a⁻¹)

Figura 5.33: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido al refinado de petróleo en Cataluña durante el año 2000

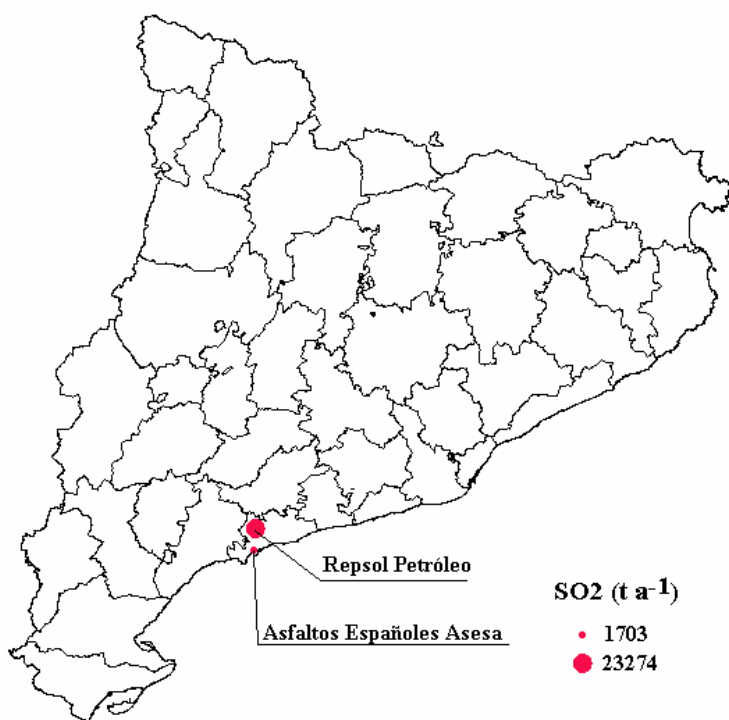


Figura 5.34: Magnitud anual de las emisiones de CO₂ debido a la producción de cemento en Cataluña durante el año 2000.

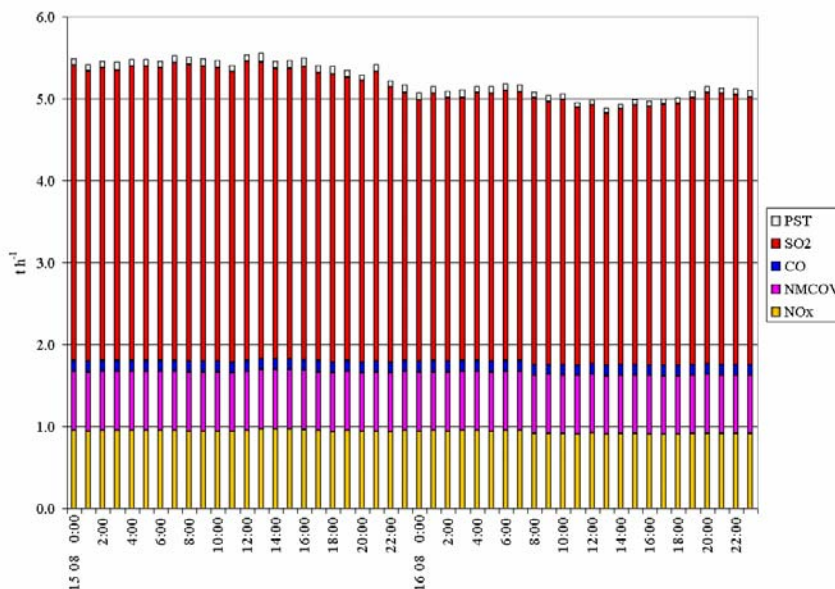


Figura 5.35: Emisiones horarias de contaminantes primarios en los días 15 y 16 de agosto de 2000 debido al refinado de petróleo en Cataluña durante el año 2000 (t h⁻¹).

La Tabla 5.44 indica la composición de las emisiones debido a la producción de olefinas. La emisión total de contaminantes primarios asciende a 12.3 kt a⁻¹, de las cuales el 51 % corresponden al SO₂, 23 % a los NO_x y 19 % a los NMCOV. Las emisiones de GEI alcanzan las 690 kt CO₂ eq. a⁻¹. La planta de olefinas de Repsol se produce el 42 % de los contaminantes primarios y 55 % de los GEI. Las emisiones de fugitivas de NMCOV representan el 9 % de los contaminantes primarios.

Tabla 5.44: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la producción de olefinas en Cataluña durante el año 2000.

Planta/tipo de emisión	Contaminantes primarios (t a ⁻¹)						GEI
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST	Total	t CO ₂ eq. a ⁻¹
Repsol combustión	2 310	112	45	5 998	559	9 024	378 020
Repsol fugitivas		1 322				1 322	
Subtotal Repsol	2 310	1 434	45	5 998	559	10 346	378 020
Dow Chemical combustión	558	40	48	251	126	1 022	311 658
Dow Chemical fugitivas		908				908	
Subtotal Dow Chemical	558	948	48	251	126	1 930	311 658
Total:	2 868	2 382	93	6 249	685	12 276	689 678

Planta/tipo de emisión	Contaminantes primarios (%)						GEI
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST	Total	%
Repsol combustión	80.55	4.70	48.42	95.98	81.59	73.51	54.81
Repsol fugitivas	0.00	55.51	0.00	0.00	0.00	10.77	0.00
Subtotal Repsol	80.55	60.21	48.42	95.98	81.59	84.28	54.81
Dow Chemical combustión	19.45	1.68	51.58	4.02	18.41	8.33	45.19
Dow Chemical fugitivas	0.00	38.11	0.00	0.00	0.00	7.39	0.00
Subtotal Dow Chemical	19.45	39.79	51.58	4.02	18.41	15.72	45.19
Total:	100	100	100	100	100	100	100

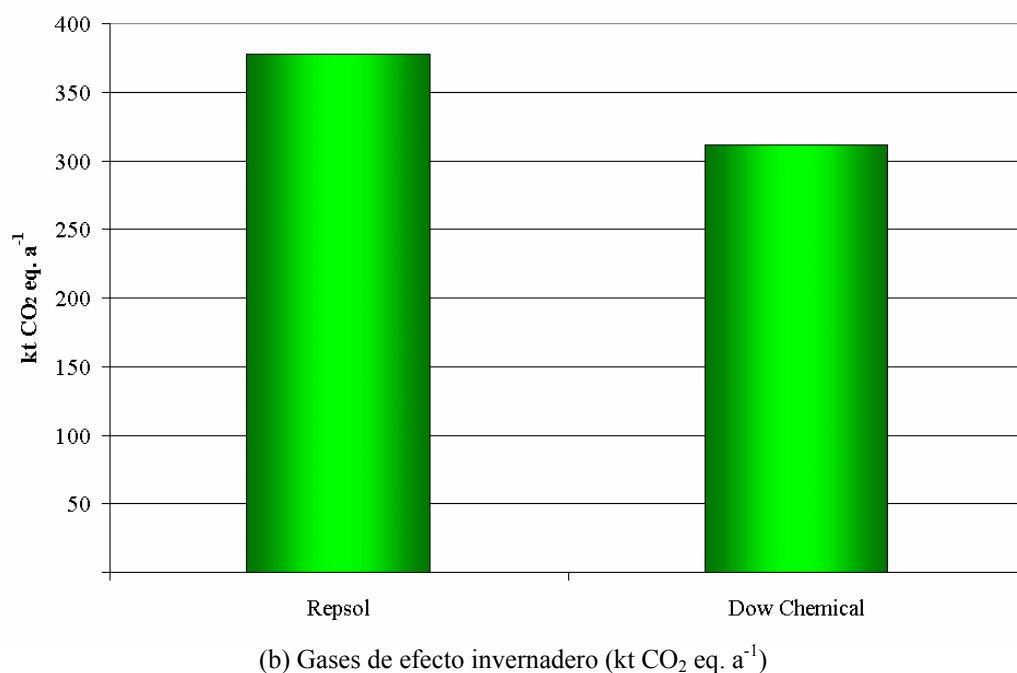
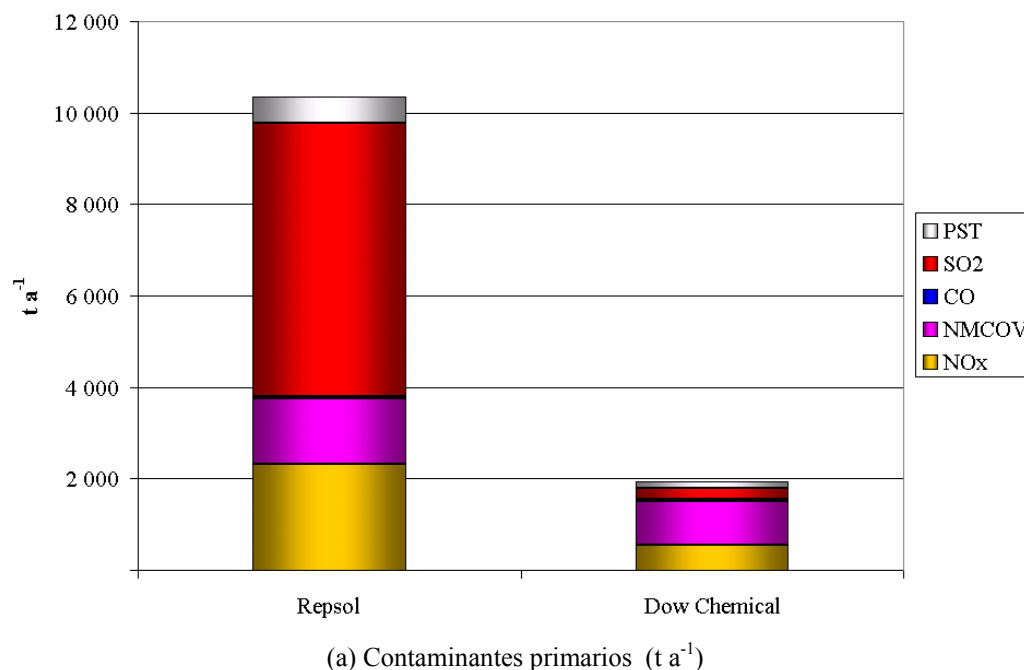


Figura 5.36: Emisión anual de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero debido a la producción de olefinas en Cataluña durante el año 2000

La Figura 5.37 presenta el perfil de las emisiones horarias de contaminantes primarios para los días 15 y 16 de agosto de 2000. En total, la emisión de NMCOV asciende a 0.3 t h⁻¹, y 0.19 - 0.26 t h⁻¹ para los NO_x. Hay una emisión puntual alta de PST a las 12:00 horas del 16 de agosto, que corresponde a un registro de opacidad medido por la red XEAC (ver la Figura 5.31)

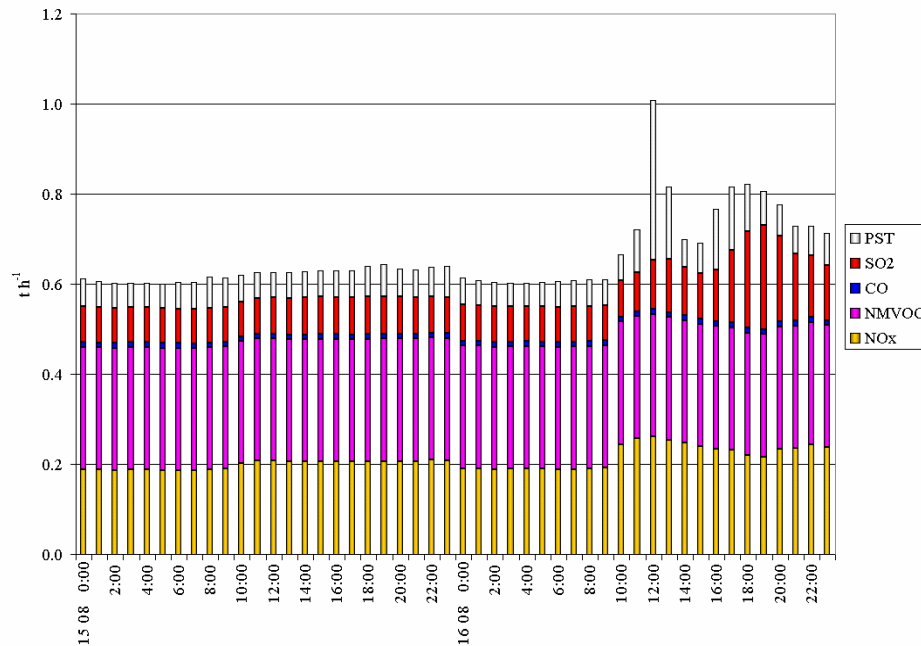


Figura 5.37: Emisiones horarias de contaminantes primarios en los días 15 y 16 de agosto de 2000 debido a la producción de olefinas en Cataluña durante el año 2000 ($t h^{-1}$).

5.4.5 Evaluación cualitativa de la incertidumbre

La Tabla 5.44 presenta la evaluación cualitativa de la incertidumbre de la estimación de las emisiones de contaminantes primarios y GEI debido al refinado de petróleo, mediante la aplicación del sistema de calificación presentado en el Capítulo 3.

5.5 Otras chimeneas conectadas a la red XEAC

La Tabla 5.46 indica los datos de otras chimeneas con emisiones horarias del año 2000 registradas por la red XEAC. Para la chimenea de Basf Española S.A. hay registros de los NO_x , SO_2 , CO, caudal y temperatura, para períodos de tiempo que cubren el 49 % del año. Las emisiones de NO_x presentan una variación importante durante, entre 0 - 5 $kg h^{-1}$ (ver la Figura 5.38).

Para las chimeneas de incineración de los efluentes líquidos y gaseosos de Solvay Vinilis, existe una cobertura del 64 % de las emisiones de NO_x y CO. Las emisiones de NO_x de la chimenea de efluentes líquidos varía entre 0 - 2 $kg h^{-1}$, en tanto que las emisiones debido a los efluentes gaseosos es más regular, con variaciones entre 0.3 - 0.8 $kg h^{-1}$ (ver la Figura 5.39).

Hay registros para el 39 % de las emisiones horarias de NO_x , SO_2 , CO y PST del horno de fusión de Saint Gobain Montblanc. Los valores de emisión de NO_x varía entre 20 - 35 $kg h^{-1}$ (ver la Figura 5.40).

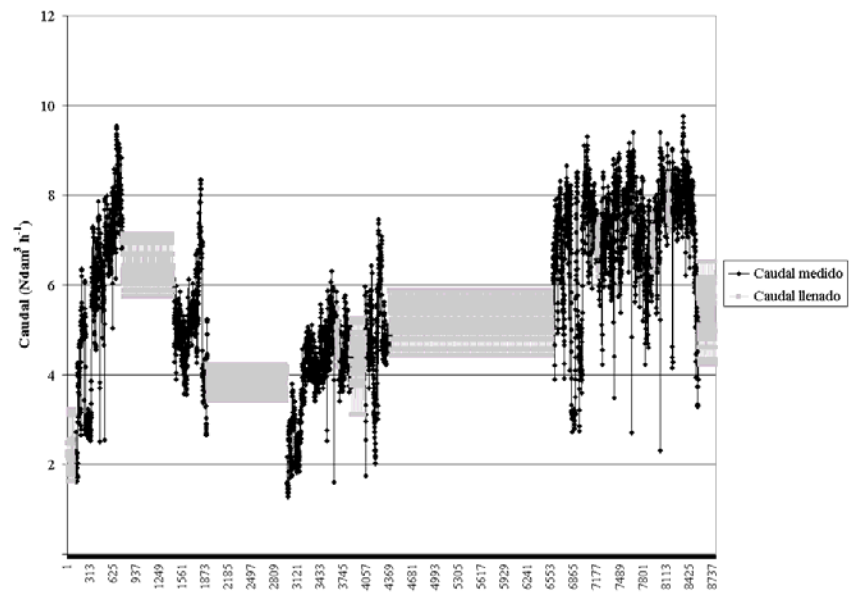
Los datos faltantes se llenaron con perfiles medios obtenidos con los datos existentes antes y después de cada período sin registros de emisión.

Tabla 5.45: Evaluación cualitativa de la incertidumbre de las emisiones de contaminantes primarios y gases de efecto invernadero del refino de petróleo en Cataluña durante el año 2000.

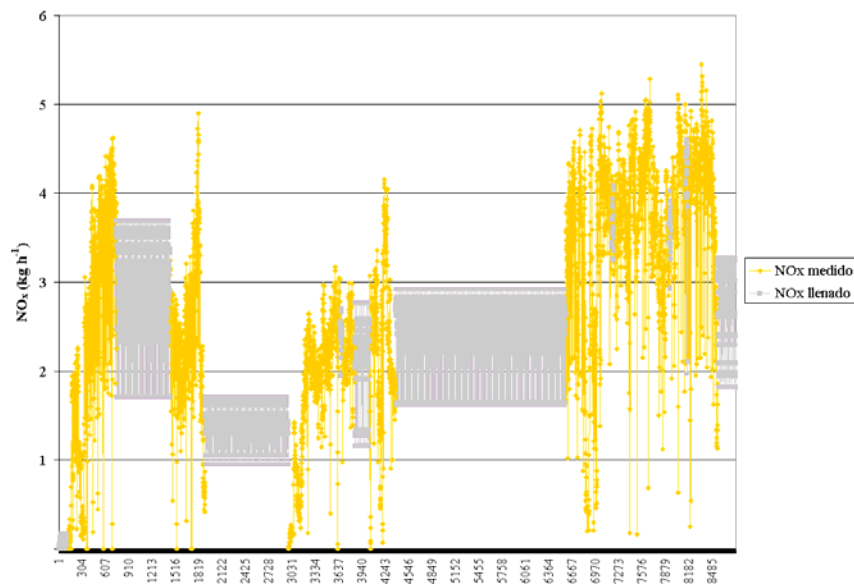
Atributo: método de medida			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Refino de petróleo	8 a	Se considera que el valor estadístico de refino total es fiable, no obstante no fue posible conocer el valor real de actividad de cada refinería	
Factores de emisión	5 b	Aunque hay registros horarios reales para un grupo de contaminantes, se considera que los factores de emisión para las emisiones fugitivas tienen un importante grado de incertidumbre	40 (a*b)
Atributo: congruencia espacial			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Refino de petróleo	7 c	Se conoce las coordenadas de las chimeneas con aceptable fiabilidad. No obstante las emisiones de proceso corresponden a un área de emisión de difícil delimitación	
Factores de emisión	5 d	Aunque hay registros horarios reales para un grupo de contaminantes, se considera que los factores de emisión para las emisiones fugitivas tienen un importante grado de incertidumbre. Estos últimos han sido tomados de la literatura	35 (c*d)
Atributo: congruencia temporal			
Actividad (parámetros de información)			
	Calificación	Observaciones	Producto
Refino de petróleo	8 e	Es asumible que la producción sea constante durante todo el año.	
Factores de emisión	6 f	Se trabaja con un sólo valor para todo el año tanto para los factores de emisión y de proceso.	48 (e*f)
Calificación integrada			
(a*b+c*d+e*f)/3			41

Tabla 5.46: Otras chimeneas de la red XEAC con registros horarios de emisión en el año 2000.

Industria	Tipo	Datos de la chimenea				Observación/ tipo de efluente
		Coordenadas UTM (m)		Dimensiones (m)		
		X	Y	Altura	Diámetro	
Basf Española S.A.	Química	347 000	4 553 020	35	0.50	
Solvay Vinilis	Química	410 000	4 593 800	40	0.60	Inc. efluentes líquidos
		410 000	4 593 800	40	0.60	Inc. efluentes gaseosos
Saint Gobain Cristalería	Fábrica de vidrio	381 655	4 568 585	43	3.0	Horno de fusión
Saint Gobain Montblanc	Fábrica de vidrio	344 350	4 593 880	43	2.2	Horno de fusión

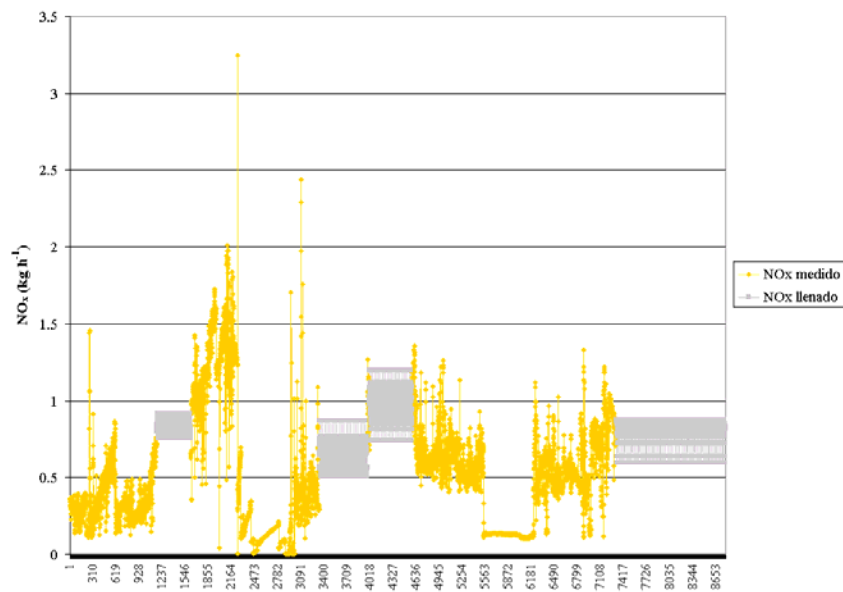


(a) Caudal ($\text{Ndam}^3 \text{h}^{-1}$)

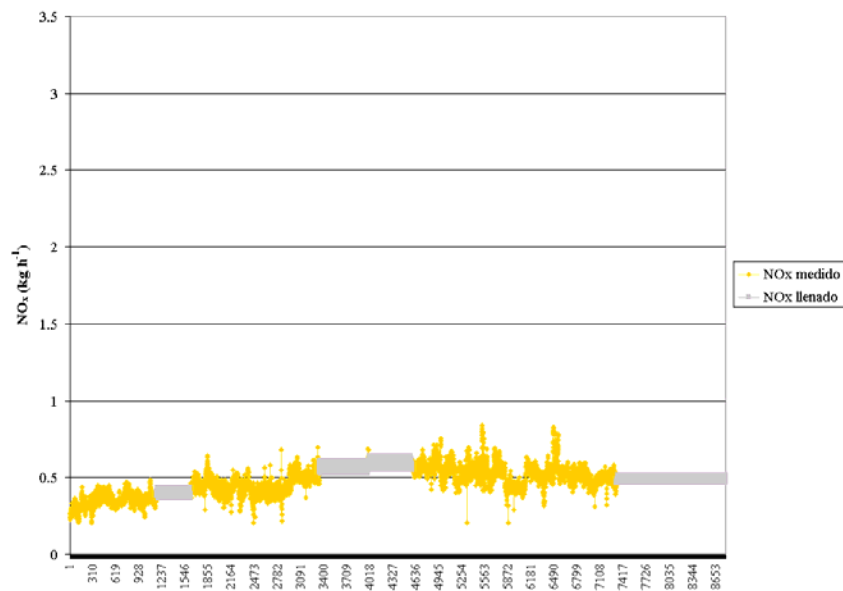


(b) NO_x (kg h^{-1})

Figura 5.38: Registros horarios del caudal y de las emisiones de NO_x de la chimenea de Basf Española S.A. durante el año 2000.

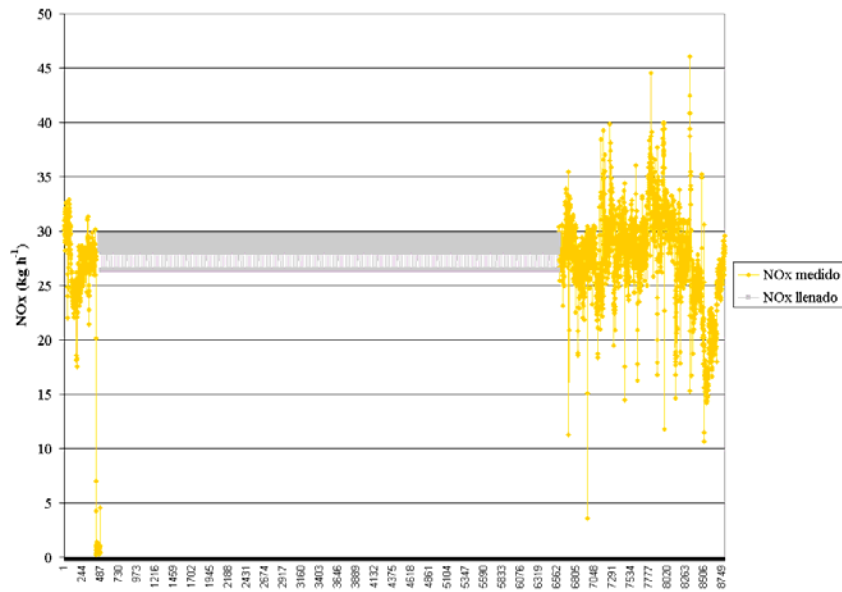


(a) Efluentes líquidos

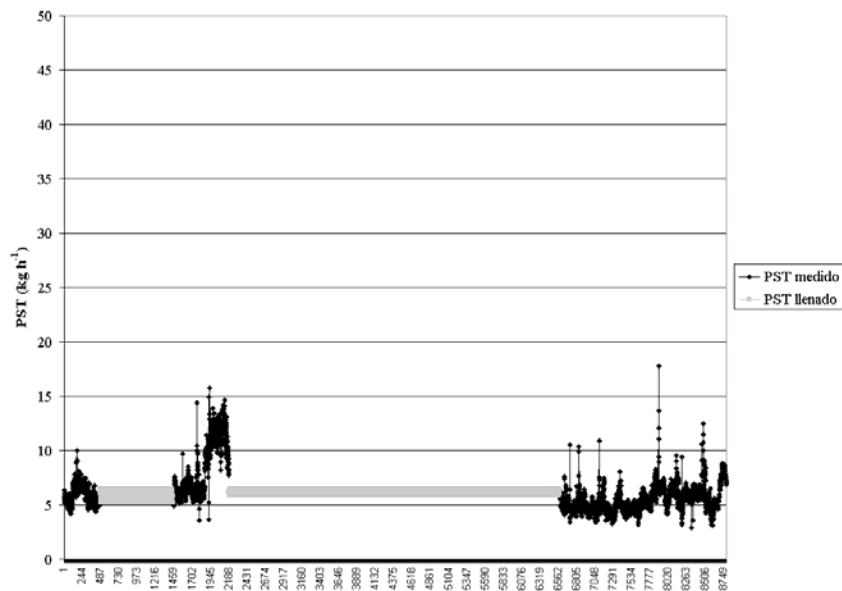


(b) Efluentes gaseosos

Figura 5.39: Registros horarios de las emisiones de NO_x de las chimeneas de incineración de efluentes líquidos y gaseosos de Solvay Vinilis durante el año 2000 (kg h^{-1})



(a) NO_x



(b) PST

Figura 5.40: Registros horarios de las emisiones de NO_x y PST de la chimenea del horno de fusión de Saint Gobain Montblanc durante el año 2000 (kg h⁻¹).

Basf Española S.A. y Solvay Vinilis tienen asociadas emisiones de fugitivas que se estimaron mediante la información de la Tabla 5.47. No fue posible conocer la mayoría de los datos reales de producción del año 2000, no obstante estos valores se estimaron como el 95 % de la capacidad instalada en cada caso (AEQT, 1999). De hecho la producción de anhídrido ftálico en Basf Española (16 500 t a⁻¹) es el 97 % de su capacidad (17 000 t a⁻¹).

Tabla 5.47: Información para el cálculo de las emisiones de fugitivas de NMCOV asociadas a Basf Española SA y Solvay Vinilis

Industria	Producto	Producción (t a ⁻¹)	Factores de emisión (kg NMCOV t producto ⁻¹)	
			Valor	Fuente
BASF Española SA	Anhidrido ftálico	16 500	6.0	(IPCC, 1996)
	Poliestireno	39 900 *	5.4	(IPCC, 1996), (EEA, 2002)
	Poliestireno expandible	26 600 *	5.4	(EEA, 2002)
Solvay Vinilis	Cloruro de vinilo	256 500 *	2.2	(IPCC, 1996), (EEA, 2002)
	Policloruro de vinilo	237 500 *	4.32	(IPCC, 1996), (EEA, 2002)

* Estimada como el 95 % de la capacidad anual de producción.

La Tabla 5.48 indica las emisiones de contaminantes primarios estimadas para este grupo de industrias. Es importante indicar que para el caso de las dos industrias químicas, las emisiones de proceso/fugitivas de NMCOV son las más importantes. Para las dos industrias del cristal, las emisiones se componen en mayores porcentajes por NO_x, siendo también importante la presencia de SO₂ y PST.

Tabla 5.48: Emisión anual de contaminantes primarios de Basf Española SA, Solvay Vinilis SA, Saint Gobain Montblanc y Saint Gobain Cristaleria.

Planta/tipo de emisión	Contaminantes primarios (t a ⁻¹)					
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST	Total
BASF Española SA chimenea XEAC	22.5	0.0	0.0	0.1	2.6	25.2
BASF Española SA proceso/fugitivas		458.1				458.1
Subtotal BASF Española SA	22.5	458.1	0.0	0.1	2.6	483.3
Solvay Vinilis SA chim. efluentes líquidos	5.4	0.1	0.7	0.1	0.1	6.4
Solvay Vinilis SA chim. efluentes gaseosos	4.2	0.1	0.6	0.1	0.0	5.1
Solvay Vinilis proceso/fugitivas		1 590.3				1 590.3
Subtotal Solvay Vinilis SA	9.6	1 590.5	1.3	0.2	0.1	1 601.7
Saint Gobain Montblanc chimenea horno	247.8		1.7	38.7	38.7	326.9
Saint Gobain Cristaleria chimenea horno	96.9		1.2	29.9	27.0	155.0
Total:	376.8	2 048.6	4.2	68.9	68.4	2 566.9

Planta/tipo de emisión	Contaminantes primarios (%)					
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST	Total
BASF Española SA chimenea XEAC	5.97	0.00	0.81	0.08	3.78	0.98
BASF Española SA proceso/fugitivas	0.00	22.36	0.00	0.00	0.00	17.85
Subtotal BASF Española SA	5.97	22.36	0.00	0.15	3.80	18.83
Solvay Vinilis SA chim. efluentes líquidos	1.43	0.01	16.76	0.17	0.12	0.25
Solvay Vinilis SA chim. efluentes gaseosos	1.11	0.01	14.34	0.16	0.06	0.20
Solvay Vinilis proceso/fugitivas	0.00	77.63	0.00	0.00	0.00	61.95
Subtotal Solvay Vinilis SA	2.55	77.64	31.16	0.29	0.15	62.40
Saint Gobain Montblanc chimenea horno	65.76	0.00	39.89	56.16	56.56	12.73
Saint Gobain Cristaleria chimenea horno	25.72	0.00	28.95	43.41	39.49	6.04
Total:	100	100	100	100	100	100

Para estimar las emisiones horarias fugitivas de NMCOV de las dos industrias químicas, se asumió una actividad constante y continua durante todo el año.

5.6 Otros focos de emisión

De la información proporcionada por el DMA sobre las medidas del control reglamentario de emisiones, también se identificaron otras chimeneas con caudales importantes de vertido (ver la Tabla 5.49). Sin embargo para estos focos sólo se dispone de pocos registros horarios del caudal, temperatura y de las emisiones de NO_x y CO. Considerando el nivel de actividad de estas industrias, es asumible utilizar estas emisiones horarias para todo el año.

La Tabla 5.50 indica los valores de las emisiones horarias y anuales para este grupo de chimeneas. Las emisiones anuales de NO_x totalizan 4.8 kt a⁻¹.

Tabla 5.49: Otras chimeneas de emisión con un importante caudal de gases de emisión.

Industria	Fuente	Datos de la chimenea			
		Coordenadas UTM (m)		Dimensiones (m)	
		X	Y	Altura	Diámetro
Compañía Española de Laminación SL	Horno de fusión	414 717	4 589 810	18.7	3.3
U.T.E. La Seda	Generador de vapor	423 632	4 575 723	35	2.0
TAQSA	Chimenea de calderas	346 220	4 552 980	60	4.0

Tabla 5.50: Emisiones de otras chimeneas con importante caudal de gases de emisión.

Industria	Caudal nm ³ h ⁻¹	Emisiones horarias g h ⁻¹		Emisiones anuales kt a ⁻¹	
		NO _x	CO	NO _x	CO
		Compañía Española de Laminación SL	563 620	123 996	45 653
U.T.E. La Seda	223 748	175 195	2 842	1.5	0.0
TAQSA	165 103	241 876	16 758	2.1	0.1
Total:		541 067	65 253	4.8	0.6

5.7 Emisiones fugitivas de otras industrias químicas

La Tabla 5.51 presenta la información de producción de otras industrias químicas que se utilizó para la estimación de las emisiones fugitivas de NMCOV. Al no conocer los valores de producción real para el año 2000, se utilizó el 95 % de la capacidad instalada por producto y por industria (AEQT, 1999).

La Tabla 5.52 indica los factores de emisión seleccionados. Los valores corresponden a aquellos recomendados por defecto o a valores intermedios dentro de los rangos de variación presentados en las fuentes consultadas.

La Tabla 5.53 indica las emisiones anuales de NMCOV fugitivas obtenidas para este grupo de industrias. Representan en total 10.9 kt de NMCOV, es decir un 23 % del valor de las emisiones de NMCOV de origen vegetal, presentadas en el Capítulo 3. El 54 % de estas emisiones es atribuible a Repsol Química.

Para estimar las emisiones horarias se asumió una actividad constante y continua durante todo el año.

Capítulo 5: Emisiones industriales

Tabla 5.51: Información para el cálculo de las emisiones de fugitivas de NMCOV asociadas a otras industrias químicas.

Industria	Producción (t a ⁻¹)*						
	1	2	3	4	5	6	7
Resinas de acrilonitrilo butadieno estireno	114 000						
Polipropileno	261 250		270 750				
Poliestireno							137 750
Polietileno de baja densidad (LDPE)	190 000			96 000		152 000	
Polietileno de alta densidad (HDPE)	142 500			171 000	104 500		
Policloruro de vinilo		95 000					
Estireno	323 000						
Total	1 030 750	95 000	270 750	267 000	104 500	152 000	137 750

* Estimada como el 95 % de la capacidad anual de producción.

1 Repsol Química, 2 Grupo Aragonesas, 3 Basell Poliolefinas Ibérica SA, 4 Dow Chemical Ibérica SA, 5 Elenac Producción Ibérica SL, 6 TDE Transformadora de Etileno AIE, 7 TDP Transformadora de Propileno, AIE

Tabla 5.52: Factores de emisión para el cálculo de las emisiones fugitivas de NMCOV asociadas a otras industrias químicas

Producto	Factores de emisión (kg NMCOV t producto ⁻¹)	
	Valor	Fuente
Resinas de acrilonitrilo butadieno estireno	1.0	(IPCC, 1996), (EEA, 2002)
Polipropileno	6.2	(IPCC, 1996), (EEA, 2002)
Poliestireno	5.4	(IPCC, 1996), (EEA, 2002)
Polietileno de baja densidad (LDPE)	2.5	(EEA, 2002)
Polietileno de alta densidad (HDPE)	5.7	(EEA, 2002)
Policloruro de vinilo	4.32	(IPCC, 1996), (EEA, 2002)
Estireno	9.1	(IPCC, 1996), (EEA, 2002)

Tabla 5.53: Emisión anual de NMCOV fugitivas asociadas a otras industrias del sector químico.

Industria	Emisión (t NMCOV a ⁻¹)							Total	%
	1	2	3	4	5	6	7		
Repsol Química	114.0	1 619.8		475.0	812.3		2 939.3	5 960.4	54
Grupo Aragonesas						410.4		410.4	4
Basell Poliolefinas Ibérica SA		1 678.7						1 678.7	15
Dow Chemical Ibérica SA				240.0	974.7			1 214.7	11
Elenac Producción Ibérica SL					595.7			595.7	5
TDE Transformadora de Etileno				380.0				380.0	3
TDP Transformadora de Propileno			743.9					743.9	7
Total:	114.0	3 298.5	743.9	1 095.0	2 382.7	410.4	2 939.3	10 983.7	100

1 Resinas de acrilonitrilo butadieno estireno. 2 Polipropileno. 3 Poliestireno. 4 Polietileno de baja densidad (LDPE). 5 Polietileno de alta densidad (HDPE). 5 Policloruro de vinilo. 6 Estireno.

5.8 Resumen de las emisiones por producción industrial

La Tabla 5.54 indica la composición de las emisiones presentadas por producción industrial. La emisión total de contaminantes primarios asciende a 92 kt a⁻¹, de las cuales el 36 % corresponde a SO₂, 28 % a los NO_x y 24 % a los NMCOV. Las emisiones de NMCOV proceden principalmente de la industria petroquímica (99 %) que en su mayoría se emplazan en el polígono industrial de Tarragona. Las emisiones de SO₂ se deben principalmente al refino de petróleo y la producción de olefinas (95 %). Las emisiones de PST se deben principalmente a la producción de cemento (72 %), aunque también los porcentajes por el refino de petróleo y la producción de olefinas también son importantes (15 y 12 %).

La Figura 5.41 indica la magnitud de las emisiones anuales de NO_x, NMCOV y SO₂ provenientes de estos centros industriales.

Tabla 5.54: Emisiones por producción industrial de Cataluña en el año 2000.

Industria	Contaminantes primarios (t a ⁻¹)					Total	GEI t CO ₂ eq. a ⁻¹
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Cemento	9 560	255	3 541	1 416	4 249	19 021	8 476 923
Refino de petróleo	8 517	6 351	1 147	24 977	885	41 876	2 929 342
Olefinas	2 868	2 382	93	6 249	685	12 276	689 678
Otras industrias	5 130	13 032	577	69	68	18 877	No estimado
Total:	26 074	22 020	5 358	32 711	5 887	92 049	12 095 943
Régimen	Contaminantes primarios (%)					Total	GEI (%)
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST		
Cemento	36.66	1.16	66.08	4.33	72.17	20.66	70.08
Refino de petróleo	32.66	28.84	21.41	76.36	15.03	45.49	24.22
Olefinas	11.00	10.82	1.74	19.10	11.64	13.34	5.70
Otras industrias	19.67	59.18	10.78	0.21	1.16	20.51	-
Total:	100	100	100	100	100	100	100

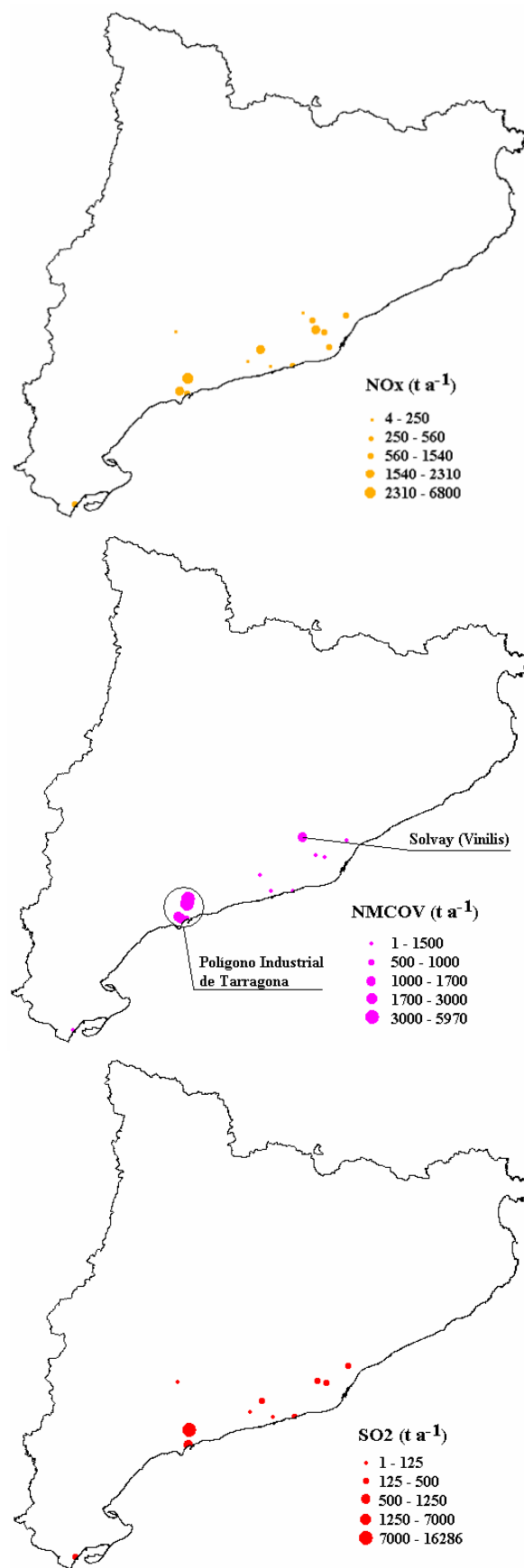


Figura 5.41: Magnitud de las emisiones de NO_x, NMCOV y SO₂ de algunas industrias de Cataluña (t a⁻¹).

5.8.1 Comparación con los resultados de otros inventarios

La Tabla 5.55 incluye un resumen de las emisiones anuales por producción industrial. También incluye las emisiones del año 2000 del sectores 3 y 4 del inventario europeo EMEP (debidas a la combustión en el sector industrial y a los procesos de producción, respectivamente) asignadas a Cataluña (ver el Capítulo 2).

Tomando como referencia general el inventario EMEP para Cataluña, las emisiones de NO_x alcanzan el 85 %, en tanto que la valoración de las emisiones NMCOV es prácticamente equivalente. Estos resultados, permiten afirmar que las emisiones de origen industrial, en lo que se refiere a los precursores de ozono troposférico, tiene una cobertura satisfactoria.

Tabla 5.55: Estimación de las emisiones industriales en Cataluña durante el año 2000 (t a⁻¹).

Contaminante	Esta valoración (a)	Emisiones EMEP Cataluña			Relación (a)/(b) %
		Sector 3 Combustión industrial	Sector 4 Procesos de producción	Total (b)	
NO _x	26 074	30 562	312	30 874	85
NMCOV	22 020	1 392	20 410	21 802	101
CO	5 358	15 103	8 412	23 515	23
SO ₂	32 711	45 663	1 518	47 181	69
PST	5 887	No estimada	No estimada	-	
Total:	92 049	92 720	30 652	123 372	

5.8.2 Especiación de las emisiones por producción industrial

Las emisiones horarias especiadas se obtuvieron mediante la Ecuación 5.9. La Tabla 5.25 indica los valores de Factor_{ej} y Pmol_i para la especiación de las emisiones de CO, NO_x y SO_x. La Tabla 5.26 y Tabla 5.58 indican los valores de Factor_{ej} y de RtT_e de los perfiles de especiación seleccionados o estructurados para las emisiones de NMCOV.

Al no haber información local o al ser escasa la información a nivel europeo, la mayoría de perfiles de especiación fueron seleccionados han de la base de datos de la USEPA (2003). Sin embargo, para la mayoría de los procesos industriales se constató una similaridad importante entre los perfiles de la USEPA y la información (de mucho menor detalle) existente a nivel europeo.

La especiación de las emisiones de NO_x, corresponde a un 90 % de NO y 10 % de NO₂.

Los perfiles de especiación de NMCOV presentan una variada composición. Aquellos relacionados con la combustión tienen una participación para todas las categorías del mecanismo químico CB4. No obstante para determinados procesos, las emisiones pueden estar estructuradas por una o pocas categorías. Así por ejemplo, las emisiones fugitivas debido a la producción de cloruro de vinilo, policloruro de vinilo y polietileno de baja/alta densidad, aportan solamente emisiones de la categoría ETH; en tanto que la producción de polipropileno aporta solamente emisiones de las categorías PAR y OLE.

Capítulo 5: Emisiones industriales

Tabla 5.56: Valores de los parámetros $Factor_{eij}$ y $Pmol_i$ para la especiación de las emisiones industriales horarias de CO , NO_x y SO_x .

Tipo de industria	$Factor_{eij}$				$Pmol_i$			
	CO	NO	NO2	SO2	CO	NO	NO2	SO2
Todas	1	0.586 9	0.1	1	28	30	46	64

Tabla 5.57: Valores de los parámetros $Factor_{eij}$ y RtT_e para la especiación de las emisiones industriales horarias de NMCOV, para las categorías FORM, NR, PAR y TOL (USEPA, 2003).

Tipo de central /combustible /producto	RtT_e	FORM	NR	PAR	TOL
Cementera (1)	1.58	0.005 058 275	0.024 916 841	0.023 160 321	0.000 408 973
Refinería combustión (2)	1.90	0.001 652 837	0.024 792 897	0.022 442 739	0.000 405 439
Refinería/olefina fugitiva (3)	1.04	0	0.006 987 854	0.059 429 192	0.000 325 591
Repsol olefinas combustión (2)	1.90	0.001 652 837	0.024 792 897	0.022 442 739	0.000 405 439
Dow olefinas combustión (4)	1.12	0.002 664	0.038 484 630	0.020 220 01	0.000 217 06
Anhídrido ftálico fugitiva (5)	1.12	0	0.033 268 588	0.004 869 636	0
Poliestirenos fugitiva (6)	1.00	0	0	0.000 934 579	0.009 588 425
Cloruro de vinilo fugitiva (7)	1.00	0	0	0	0
Policlor. de vinilo fugitiva (8)	1.00	0	0	0	0
Res. acrilonitrilo butadieno estireno fugitiva (9)	1.00	0	0	0.011 307 953	0.003 840 615
Polipropileno fugitiva (10)	1.00	0	0	0.023 764 258 56	0
Polietileno baja densidad fugitiva (11)	1.00	0	0	0	0
Polietileno alta densidad fugitiva (12)	1.00	0	0	0	0
Estireno fugitiva (13)	1.39	0	0.031 788 528	0.004 920 76	0.002 407 236

(1) SCC 305900606, (2) Combinación de perfiles SCC 10200602 / SCC 10200602 / SCC 10200402, (3) SCC 30600803, (4) SCC 10200602, (5) SCC 3010190, (6) Deducida para una composición de 90 % de estireno y 10 % de etilbenceno, (7) SCC 30112540, (8) SCC 30101801, (9) SCC 30101849, (10) SCC 30101802, (11) SCC 30101812, (12) 30101807, (13) SCC 30120601.

Tabla 5.58: Valores del parámetro $Factor_{eij}$ para la especiación de las emisiones industriales horarias de NMCOV, de las categorías ALD2, ETH, OLE, XYL e ISOP (USEPA, 2003).

Tipo de central /combustible /producto	ALD2	ETH	OLE	XYL
Cementera (1)	0	0.000 595 365	0.000 784 805	0.000 365 141
Refinería combustión (2)	0.000 394 415	0.001 492 089	0.001 235 685	0.000 090 900
Refinería/olefina fugitiva (3)	0	0	0	0.000 122 445
Repsol olefinas combustión (2)	0.000 394 415	0.001 492 089	0.001 235 685	0.000 090 900
Dow olefinas combustión (4)	0	0	0	0
Anhídrido ftálico fugitiva (5)	0	0	0.004 079 135	0.000 941 886
Poliestirenos fugitiva (6)	0	0	0.008 653 846	0
Cloruro de vinilo fugitiva (7)	0	0.016	0	0
Policlor. de vinilo fugitiva (8)	0	0.016	0	0
Res. acrilonitrilo butadieno estireno fugitiva (9)	0	0	0.013 228 261	0
Polipropileno fugitiva (10)	0	0	0.023 764 258 56	0
Polietileno baja densidad fugitiva (11)	0	0.035 650 623 89	0	0
Polietileno alta densidad fugitiva (12)	0	0.035 650 623 89	0	0
Estireno fugitiva (13)	0	0.008 695 187	0.000 235 718	0

(1) SCC 305900606, (2) Combinación de perfiles SCC 10200602 / SCC 10200602 / SCC 10200402, (3) SCC 30600803, (4) SCC 10200602, (5) 30101901, (6) Deducida para una composición de 90 % de estireno y 10 % de etilbenceno, (7) SCC 30112540, (8) SCC30101801, (9) SCC 30101849, (10) SCC 30101802, (11) SCC 30101812, (12) 30101807, (13) SCC 30120601.

5.8.3 Discusión

Esta sección, en relación con los precursores de ozono troposférico, presenta la estimación de las emisiones de los centros industriales más importantes. Se incluyen las emisiones de combustión y de proceso/fugitivas de las refinerías, plantas de olefinas, cementeras, algunas industrias químicas y otros focos. Dentro de los contaminantes primarios, las participaciones más importante corresponden al SO₂, NMCOV y NO_x.

Para varias chimeneas se dispone de medidas en continuo; sin embargo, al no haber una cobertura total para el año, los períodos sin datos fueron llenados de manera pragmática, con perfiles medios deducidos con los datos existentes. Los perfiles de emisión de la red XEAC indican claramente el comportamiento complejo de las emisiones reales. La emisión de un contaminante puede ser bastante variable en una misma chimenea; ya sea en períodos de corta o larga duración. Estas variaciones sólo pueden ser conocidas por medio de medidas en continuo.

Para los focos sin registros horarios reales, se asumió un sólo valor horario para todo el año. Esta hipótesis de trabajo es razonable si se considera que las industrias incluidas; por su magnitud mantienen, una actividad permanente durante todo el año. Evidentemente, las variaciones horarias o estacionales no pudieron ser caracterizadas.

Las emisiones más fiables son aquellas registradas por la red XEAC, en tanto que las estimaciones basadas en datos de producción (reales o estimados) y factores de emisión, tienen mayor incertidumbre. Particularmente, para las emisiones de proceso y fugitivas es inherente un nivel de incertidumbre alto.

Se dedicó especial esfuerzo en desarrollar la especiación de las emisiones de COV según el tipo de proceso industrial o el tipo de combustible utilizado.

Por otra parte, y debido a la complejidad por la tipología y cantidad de centros industriales, la estimación de las emisiones de este sector, presenta dificultades particulares, como la falta de estadísticas e información con el desglose requerido, a más de una muy pobre respuesta de los centros industriales para proporcionar información.

Considerando conjuntamente a la infraestructura de generación eléctrica, el número total de centros industriales incluidos asciende aproximadamente 170.

En el *Registre d'Establiments Industrials de Catalunya* (REIC, 2004), actualmente se incluyen alrededor de 9 500 establecimientos con más de 9 trabajadores. Del procesamiento de la información base de datos de este registro (ver la Figura 5.42), se conoce que los tipos de establecimientos más numerosos, en orden descendente corresponden a: 1) fabricación de productos metálicos, excepto maquinarias y equipos (1 352), 2) industrias alimentarias y bebidas (915), 3) construcción de maquinarias y equipos (868), 4) industrias textiles (721), 5) venta, mantenimiento y reparación de vehículos a motor (676), 6) industrias químicas (574); y 7) fabricación de productos de caucho y materias plásticas (552). Por tanto, esta base de datos incluye una diversidad de establecimientos con importancia diferente en materia de emisiones atmosféricas.

Los establecimientos del registro REIC se clasificaron según el tipo de sector productivo y su potencialidad de emisión de contaminantes del aire (ver la Figura 5.43). Solamente el 2 % corresponden al sector primario, el 86 % al sector secundario propiamente dicho y el 12 % al sector terciario. El 80 % de los establecimientos (es decir unos 7 500) se clasificaron como potenciales emisores.

Capítulo 5: Emisiones industriales

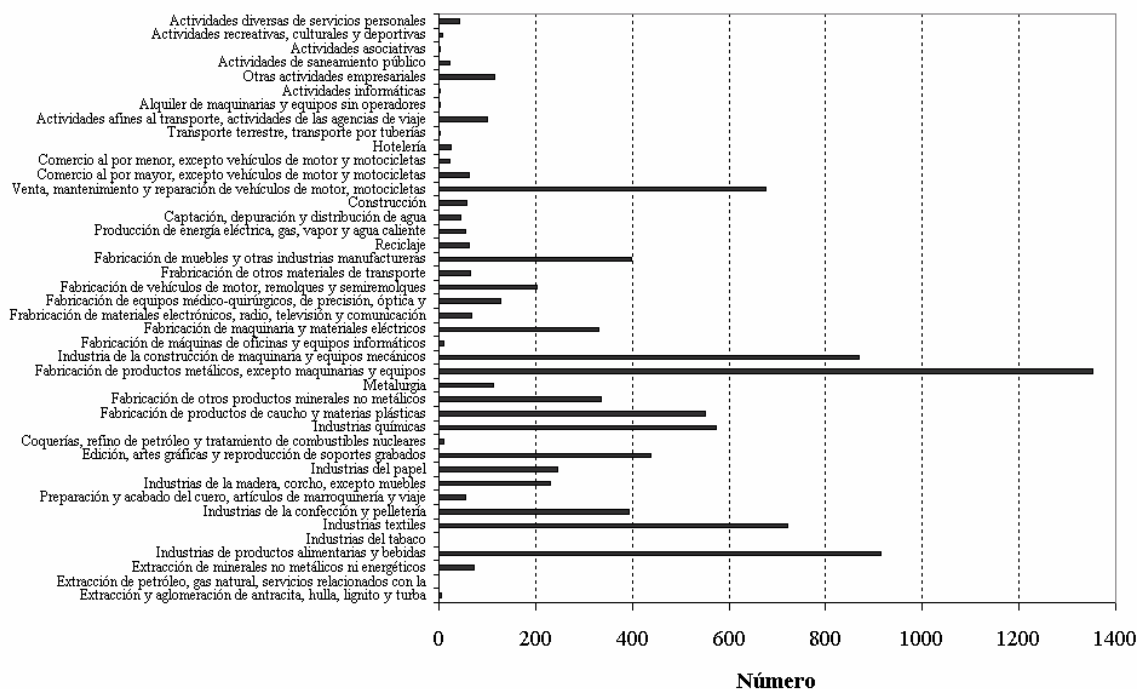


Figura 5.42: Composición de los establecimientos incluidos en el *Registre d'Establiments Industrials de Catalunya* (REIC, 2004).

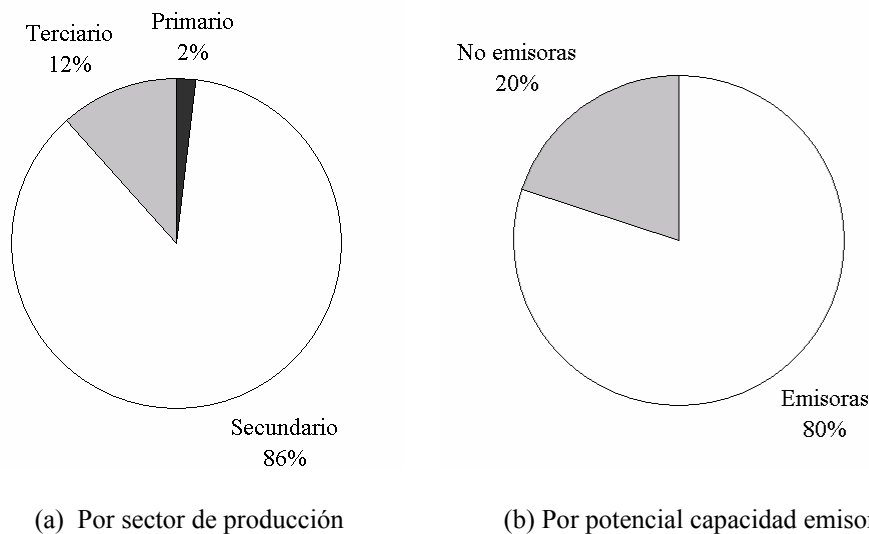


Figura 5.43: Clasificación de los establecimientos incluidos en el *Registre d'Establiments Industrials de Catalunya* (REIC, 2004).

De Juan (1998) analizó la distribución del consumo final anual de energía en los establecimientos industriales de Cataluña (ver la Figura 5.44). El 85 % de los establecimientos consumen solamente el 7 % de la energía. Considerando las industrias con consumos mayores a 2.5 ktep, resulta que un total de 161 establecimientos (que representan solamente el 2 %), consumen el 68 % de la energía.

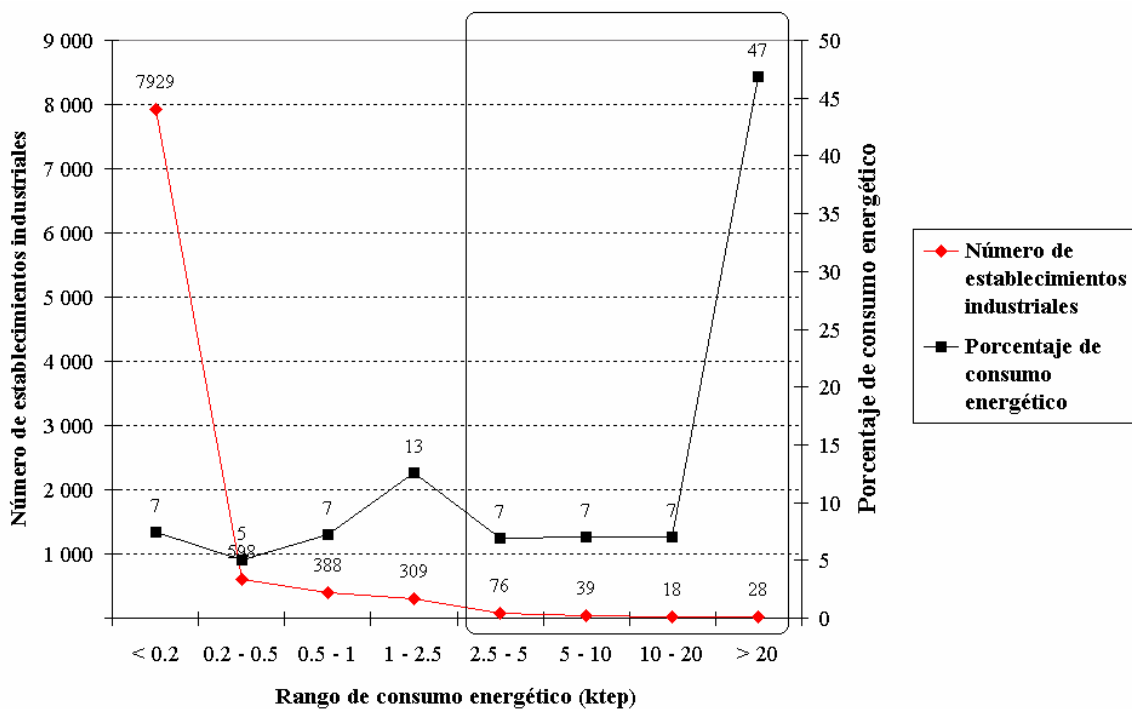


Figura 5.44: Distribución de los establecimientos industriales de Cataluña por rangos de consumo energético (De Juan, 1998).

Por tanto, el consumo energético en las industrias es bastante desequilibrado, ya que hay un porcentaje bajo de establecimientos que consumen la mayor parte de la energía. Este grupo de establecimientos son los que tienen mayor importancia en relación a la emisión de contaminantes del aire.

Dentro de los 170 centros industriales que incluye EMICAT2000, se encuentran justamente aquellos con mayor consumo energético. Puede afirmarse que debido a los niveles de emisión, los focos incluidos hasta ahora definen de manera aceptable la configuración de las emisiones industriales de los precursores de ozono troposférico. La inclusión de nuevas fuentes es deseable, pero cada vez irán contribuyendo a la carga emisora en menor proporción. Por otra parte, al presentarse los eventos más críticos de contaminación en los meses de verano o al focalizarse los estudios de modelización en episodios del mes de agosto (mes vacacional), muchas de las empresas medianas y pequeñas, disminuyen notablemente sus actividades.

Dentro del proyecto EPER-CAT 2000 se identificaron aproximadamente 1 800 centros industriales emplazados en Cataluña que tienen la obligación de reportar sus emisiones, según lo establecido en la Directiva 96/61/CE (relativa a la prevención y control integrados de la contaminación, IPPC) y en la Decisión 2000/479/CE (relativa a la realización de un inventario de emisiones contaminantes EPER).

Recientemente ha empezado la difusión de los primeros resultados del inventario de emisiones EPER (EPER, 2004). Solamente hay acceso a la estimación de las emisiones y no se difunden los factores de emisión o los niveles de actividad utilizados. Para Cataluña se incluyen solamente 52 industrias con la estimación de las emisiones anuales de los precursores de O₃ del año 2001. Una parte de estas industrias están ya incluidas en EMICAT2000.

La Tabla 5.59 presenta las emisiones anuales de EMICAT2000 y de EPER Cataluña, para un grupo de industrias incluidas en los dos inventarios.

Tabla 5.59: Emisiones de las industrias EMICAT2000 y EPER. (t a⁻¹).

Industria	EMICAT2000, año 2000						EPER, año 2001					
	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST	CO ₂ eq.	NO _x	NMCOV	CO	SO ₂	PST	CO ₂
(1)	1 129	37	100	545	58	377 877	931			1 150		563 000
(2)	206	7	28	21	14	436 172	163					
(3)	27	1	4	3	2	56 522	302					171 000
(4)	153	5	19	15	11	261 497	406					
(5)	2 360	63	874	350	1 049	2 092 436	2 210		3 710		203	
(6)	130	4	48	19	58	114 916	161		307			
(7)	972	26	360	144	432	861 873	812		911			854 000
(8)	972	26	360	144	432	861 873	1 850					454 000
(9)	1 671	45	619	248	743	1 481 387	3 050		2 430	541	258	1 280 000
(10)	2 160	58	800	320	960	1 915 274	2 260		5 340			1 230 000
(11)	1 296	35	480	192	576	1 149 164	1 840		2 060	154	182	891 000
(12)	7 248	5 405	976	23 274	856	2 487 375	4 820	3 190	711	14 800		2 710 000
(13)	1 268	946	171	1 703	29	441 967		571	522			
(14)	558	948	48	251	126	311 658	368		647			1 040 000
(15)	248		2	39	39		1 000					
(16)	97		1	30	27		665		1 030	56		
(17)		5 960					1 630		3 550	750		763 000
(18)		380						930				

(1) Foix, central térmica; (2) Sant Adrià del Besòs, incineradora; (3) Girona, incineradora; (4) Mataró (TVRM), incineradora; (5) Cemex S.A. Alcanar, cementera; (6) Cemex S.A. Vilanova i la Geltrú, cementera; (7) Cemex S.A. Sant Feliu de Llobregat, cementera; (8) Lafarge Asland S.A. Montcada i Reixac, cementera; (9) Molins Industrial S.A. Sant Vicenç dels Horts, cementera; (10) Uniland Cementera S.A. els Monjos, cementera; (11) Uniland Cementera S.A. Vallcarca, cementera; (12) Repsol, refinera; (13) Asesa, refinera; (14) Dow, producción olefinas; (15) Saint Gobain Montblanc, fábrica de vidrio; (16) Saint Gobain Cristaleria, fábrica de vidrio; (17) Repsol, química; (18) Transformadora de Etileno.

Se debe considerar que el inventario EPER corresponde al año 2001, aspecto importante para cierto tipo de establecimientos, como las incineradoras o las centrales térmicas, cuya actividad puede ser diferente en relación al año 2000.

Se observa que el inventario EPER es incompleto (faltan las emisiones de ciertos contaminantes). Hay tanto coherencia (como las emisiones de NO_x de las cementeras) y diferencia (como las emisiones de CO de las cementeras) entre los dos inventarios, poniendo de manifiesto la incertidumbre existente entre las dos valoraciones, que se desarrollaron de manera independiente.

Se considera que el inventario EPER es un elemento de comparación general, y se asume una mayor fiabilidad de los resultados de EMICAT2000, en base a las hipótesis y al proceso de cálculo indicados en este documento.

Un grupo reducido de industrias del inventario EPER podrían potencialmente incluirse en EMICAT2000, luego del análisis de sus emisiones. Habría un aporte en las emisiones de NMCOV, aunque en magnitud no significativa.