

## TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	09.10.02
CRF	5D1
NFR	5D1

### Descripción de los procesos generadores de emisiones

En esta actividad se contabilizan las emisiones generadas en el tratamiento de las aguas residuales urbanas del sector residencial y las de los sectores institucional e industrial asimilables a las del sector residencial que son tratadas en las estaciones depuradoras de aguas residuales (las denominadas EDAR) de las redes municipales de saneamiento.

Es habitual distinguir en el tratamiento de las aguas residuales, entre los tratamientos primario, secundario y terciario. En el tratamiento primario, los sólidos de gran volumen son separados mediante barreras físicas al tiempo que las partículas de menor tamaño sedimentan. El tratamiento secundario consiste en una combinación de procesos biológicos que promueven la biodegradación de la materia orgánica por acción de los microorganismos. Estos tratamientos incluyen las lagunas de estabilización, los filtros percoladores y los procesos de lodos activados. Los tratamientos terciarios o avanzados incluyen procesos destinados a depurar las aguas de otros contaminantes y elementos patógenos que no han sido eliminados en tratamientos anteriores mediante su introducción en lagunas de maduración, filtración avanzada, adsorción de carbono, intercambio iónico y desinfección, entre otros.

Los lodos se producen en todas las etapas de tratamiento de las instalaciones de depuración. El lodo del tratamiento primario está compuesto por los sólidos separados de la línea de aguas. El lodo generado en el tratamiento secundario es el resultado del crecimiento biológico de los microorganismos, así como de la agregación de pequeñas partículas. Los lodos terciarios pueden contener, además, agentes floculantes. Estos lodos deben ser tratados para su posterior manejo y deposición de forma segura. Los métodos de tratamiento de lodos incluyen el espesamiento, la estabilización (digestión) aerobia y anaerobia, el acondicionado, la deshidratación y el secado.

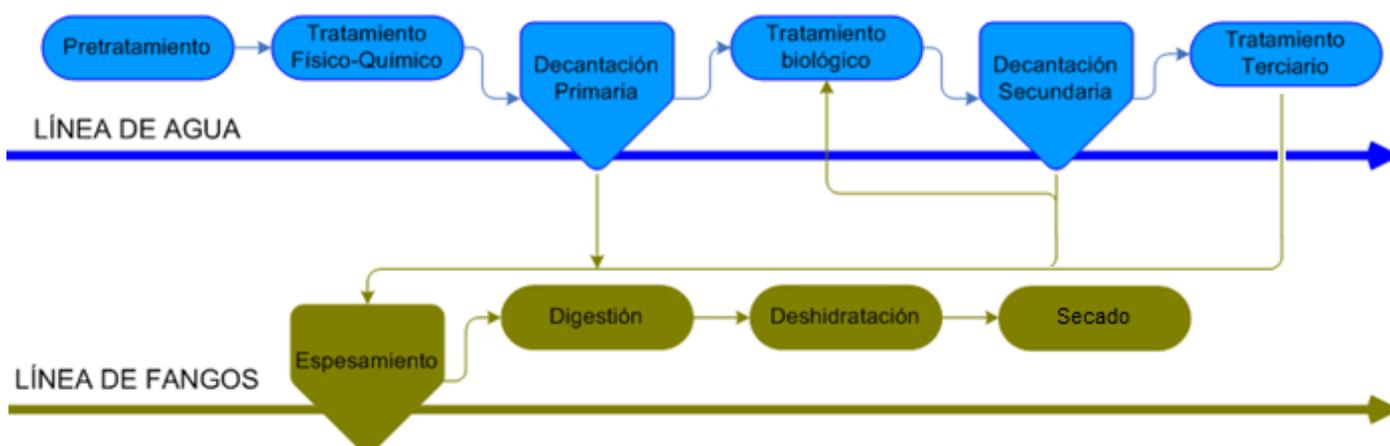


Figura 1. Diagrama de tratamiento de aguas residuales (Fuente: «Croquis edar» de Josefp.m. Disponible bajo la licencia CC BY 2.5 ES vía Wikimedia Commons)

Estas aguas residuales pueden ser una fuente de metano ( $\text{CH}_4$ ), cuando se las trata o elimina en medios anaeróbicos y/o de compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (NMVOC, por sus siglas en inglés). También pueden ser una fuente de emisiones de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) debido a la degradación de los componentes nitrogenados contenidos en el efluente que sale de las plantas de tratamiento y se vierte en medios acuáticos.

El  $\text{CH}_4$  generado puede recuperarse y quemarse en antorcha o con valorización energética. En este último caso, las emisiones se contabilizan en el sector de energía (CRF 1A1a).

## Contaminantes inventariados

### Gases de efecto invernadero

CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>
NA	✓	✓	NA	NA	NA

OBSERVACIONES: *Notation keys* correspondientes al último reporte a UNFCCC.

### Contaminantes atmosféricos

Contaminantes principales				Material particulado				Otros	Metales pesados prioritarios			Metales pesados adicionales						Contaminantes orgánicos persistentes			
NOx	NM VOC	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	TSP	BC	CO	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Se	Zn	DIOX	PAH	HCB	PCB
✓	✓	NA	NE	✓	✓	✓	NE	✓	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA

OBSERVACIONES: *Notation keys* correspondientes al último reporte a CLRTAP.

## Sectores del Inventario vinculados

Las actividades del Inventario relacionadas con la presente ficha metodológica son las siguientes:

RELACIÓN CON OTRAS FICHAS METODOLÓGICAS			
ACTIVIDAD SNAP	ACTIVIDAD CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
01.01.03	1A1ai	1A1a	Combustión en calderas con valorización energética
01.01.04	1A1ai	1A1a	Combustión en turbinas con valorización energética
01.01.05	1A1ai	1A1a	Combustión en motores con valorización energética

## Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción					
CH <sub>4</sub>	T2	IPCC 2006. Volumen 5, capítulo 6.	Juicio de experto del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Los parámetros adoptados se describen a continuación:					
			Tipo de tratamiento	No recolectadas	Recolectadas			
				Letrinas	Fosas sépticas y tanques de Imhoff	Sin tratamiento Sistemas de infiltración	Con tratamiento Aerobio Anaerobio	
			Periodo	1990-2021	1990-2021	1990-2021	1990-2021	1990-2021
			MCF - Factor de corrección para el metano	0,1	0,5	0,05 <sup>(1)</sup>	0	0,3 <sup>(2)</sup>
			Bo - Capacidad máxima de producción de metano (kg CH <sub>4</sub> /kg de DQO)	0,6				
S - Componente orgánico separado como lodo (%)	– <sup>(3)</sup>							
R - Recuperación (%)	Línea de aguas	0						
	Línea de lodos	100 <sup>(4)</sup>						
			<sup>(1)</sup> El juicio de experto recomienda en el caso de España, adoptar un valor conservador de 0,05 para contemplar posibles generaciones de metano que se puedan dar por el vertido de aguas residuales a un sistema de alcantarillado ( <i>flowing sewer</i> ).					
			<sup>(2)</sup> Según el juicio de experto se asimila todo el tratamiento anaeróbico a lagunas anaerobias poco profundas.					
			<sup>(3)</sup> No se aplica, únicamente se han tenido en cuenta tratamientos de lagunaje de maduración, sin retirada de lodo.					
			<sup>(4)</sup> Se toman las emisiones estimadas en la nota técnica <i>Usos del gas producido en las estaciones depuradoras de aguas residuales de España (1990-2012)</i> , elaborada por el CEDEX.					
N <sub>2</sub> O	D	IPCC 2006. Vol. 5, Cap. 6.	Ecuaciones 6.7, 6.8 y 6.9.					
NOx	T1	US EPA AP-42. 5ª Ed. (1998). Cap. 2.4. Tabla 2.4-4.	Producto de la variable de actividad por su factor de emisión.					
NM VOC	T1	EMEP/EEA 2016 5D.Wastewater handling	Producto de la variable de actividad por su factor de emisión.					

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
PM <sub>2,5</sub>	T1	US EPA AP-42. 5ª Ed. (1998). Cap. 2.4. Tabla 2.4-4.	Producto de la variable de actividad por su factor de emisión.
PM <sub>10</sub>	T1	US EPA AP-42. 5ª Ed. (1998). Cap. 2.4. Tabla 2.4-4.	Producto de la variable de actividad por su factor de emisión.
TSP	T1	US EPA AP-42. 5ª Ed. (1998). Cap. 2.4. Tabla 2.4-4.	Producto de la variable de actividad por su factor de emisión.
CO	T1	US EPA AP-42. 5ª Ed. (1998). Cap. 2.4. Tabla 2.4-4.	Producto de la variable de actividad por su factor de emisión.

## Variable de actividad

Variable	Descripción																				
Carga orgánica total (TOW por sus siglas en inglés, <i>Total Organics in Wastewater</i> )	Expresada en kg DBO <sub>5</sub> IPCC 2006. Ecuación 6.3. Los parámetros utilizados son los siguientes:																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetro</th> <th>Periodo</th> <th>Valor</th> <th>Comentarios</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Población<sub>equivalente</sub></td> <td>1990-1997</td> <td rowspan="3">(ver anexo I)</td> <td>Datos proyectados según población.</td> </tr> <tr> <td>1998-2010</td> <td>Dato extraído del informe técnico <i>Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)</i>, elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).</td> </tr> <tr> <td>2011-2021</td> <td>Datos replicados de 2010 y proyectados según población.</td> </tr> <tr> <td>DBO<sub>5</sub></td> <td>1990-2021</td> <td>60</td> <td>g de DBO<sub>5</sub>/persona/día.</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>1990-2021</td> <td>–</td> <td>No se aplica. Se considera que los datos de población equivalente ya tienen en cuenta cualquier posible vertido de carácter comercial y/o industrial.</td> </tr> </tbody> </table>	Parámetro	Periodo	Valor	Comentarios	Población <sub>equivalente</sub>	1990-1997	(ver anexo I)	Datos proyectados según población.	1998-2010	Dato extraído del informe técnico <i>Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)</i> , elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).	2011-2021	Datos replicados de 2010 y proyectados según población.	DBO <sub>5</sub>	1990-2021	60	g de DBO <sub>5</sub> /persona/día.	I	1990-2021	–	No se aplica. Se considera que los datos de población equivalente ya tienen en cuenta cualquier posible vertido de carácter comercial y/o industrial.
	Parámetro	Periodo	Valor	Comentarios																	
	Población <sub>equivalente</sub>	1990-1997	(ver anexo I)	Datos proyectados según población.																	
		1998-2010		Dato extraído del informe técnico <i>Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)</i> , elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).																	
		2011-2021		Datos replicados de 2010 y proyectados según población.																	
DBO <sub>5</sub>	1990-2021	60	g de DBO <sub>5</sub> /persona/día.																		
I	1990-2021	–	No se aplica. Se considera que los datos de población equivalente ya tienen en cuenta cualquier posible vertido de carácter comercial y/o industrial.																		
Cantidad de metano quemado	Expresado en toneladas.																				
Volumen de agua residual tratada	Expresada en metros cúbicos. Se toma la serie de datos del INE correspondiente al volumen de aguas residuales depuradas, aplicado sobre el dato de población para el mismo periodo.																				
N <sub>EFLUENTE</sub>	Cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales, expresada en kg de N/año IPCC 2006. Ecuaciones 6.8 y 6.9. Los parámetros utilizados se detallan en el anexo I.																				

## Fuentes de información sobre la variable de actividad

Periodo	Fuente
<b>Carga orgánica total (TOW)</b>	
1990-1998	Información estimada.
1998-2010	Informe técnico <i>Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)</i> del CEDEX (años pares).
	Información estimada (años impares).
2011-2022	Información reportada a la COM conforme a la Directiva 91/271/CE sobre aguas residuales urbanas (años impares).
	Información estimada (años pares).
1990-2011	Dato de población: "Estimaciones intercensales de la población a 1 de julio" (INE).
2012-2022	Dato de población: "Cifras de población estimada a 1 de julio" (INE).
<b>Cantidad de metano quemado</b>	
1990-2012	Estudio <i>Usos del gas producido en las estaciones depuradoras de aguas residuales en España</i> (CEDEX).
2013-2022	Información estimada (dato subrogado).
<b>Volumen de agua residual tratada</b>	
1990-1999	Información estimada replicando la tendencia del porcentaje del total de habitantes equivalentes tratados, extraída del estudio del CEDEX <i>Estimación de la producción y tratamientos de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)</i> . Dato de población: "Estimaciones intercensales de la población a 1 de julio" (INE).
2000-2010	Volumen de aguas residuales depuradas (INE). Dato de población: "Estimaciones intercensales de la población a 1 de julio" (INE).
2011-2022	Información reportada a la COM conforme a la Directiva 91/271/CE sobre aguas residuales urbanas (años impares). Dato de población: "Cifras de población estimada a 1 de julio" (INE).
	Información estimada (años pares).

Periodo	Fuente
<b>NEFLUENTE</b>	
<i>Población total nacional (habitantes)</i>	
1990-2011	Dato de población: "Estimaciones intercensales de la población a 1 de julio" (INE).
2012-2022	Dato de población: "Cifras de población estimada a 1 de julio" (INE).
<i>Proteína</i>	
1990-1999	Consumo per cápita de proteína. Estudio de la Dieta Alimentaria en España (DG de Industria y Mercados Alimentarios, MAPAMA). Este dato es revisado y ponderado para la población de referencia del Inventario, tomando como base la población de referencia del Estudio de la Dieta Alimentaria en España.
2000-2022	Consumo per cápita de proteína. Datos anuales del panel de consumo alimentario en hogares (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA) junto con valores de contenido proteico de los alimentos (Base de Datos Española de Composición de Alimentos, BEDCA).
<i>F<sub>NPR</sub> (fracción de nitrógeno en las proteínas)</i>	
<i>F<sub>NON-CON</sub> (factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales)</i>	
<i>F<sub>IND-CON</sub> (factor para las proteínas industriales y comerciales coeliminadas en los sistemas de alcantarillado)</i>	
1990-2022	Tabla 6.11. Guías IPCC 2006. Volumen 5, capítulo 6.
<i>N<sub>LODO</sub> (nitrógeno separado con el lodo residual)</i>	
1990-2022	Estudio <i>Caracterización de los lodos de depuradoras generados en España</i> , elaborado por el antiguo MARM. Se toma el valor del 4% de contenido de nitrógeno en el lodo, es el valor intermedio en el rango de 3,5% - 4,5% establecido en el estudio <i>Caracterización de los lodos de depuradoras generados en España</i> .
<i>Lodos de depuradora retirados</i>	
1990-2015	Registro Nacional de Lodos (MAPAMA).
2016-2022	Información estimada (datos replicados).
<i>T<sub>PLANTA</sub> (porcentaje de habitantes equivalentes con tratamiento avanzado)</i>	
1990-1997	Información estimada. Se han extrapolado los datos mediante un ajuste exponencial, asumiendo un 5% de utilización en 1990 y que con la entrada en vigor de la directiva 91/272/CEE sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas, la construcción de plantas con tratamiento más riguroso sufriría un crecimiento exponencial hasta enlazar con el dato de 1998 (31,1% de los habitantes equivalentes considerados).
1998-2010	Informe técnico <i>Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)</i> CEDEX (años pares). Información interpolada para los años impares.
2011-2022	Población equivalente tratada con tratamiento avanzado de desnitrificación. Información reportada a la COM conforme a la Directiva 91/271/CE sobre aguas residuales urbanas (años impares). Información estimada (años pares).
<i>EF<sub>PLANTA</sub> (factor de emisión por planta)</i>	
1990-2022	Recuadro 6.1 Guías IPCC 2006. Volumen 5, capítulo 6.
<i>EF<sub>EFLUENTE</sub> (factor de emisión del efluente)</i>	
1990-2022	Apartado 6.3.1.2. Guías IPCC 2006. Volumen 5, capítulo 6.

## Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Periodo	Tipo	Fuente	Descripción
CH <sub>4</sub>	1990-2022	D, CS	Guías IPCC 2006	Ecuación 6.2. Volumen 5, capítulo 6.
NM VOC	1990-2022	D	EMEP/EEA (2016) 5D. Tabla 3-1	Factor de emisión por defecto.
N <sub>2</sub> O	1990-2022	D	Guías IPCC 2006	Ecuación 6.7. Volumen 5, capítulo 6.
<b>Combustión del metano captado</b>				
CH <sub>4</sub>	1990-2022	D	Guías IPCC 2006	Capítulo 2. Cuadro 2.2.
N <sub>2</sub> O	1990-2022	D	Guías IPCC 2006	Capítulo 2. Cuadro 2.2.
CO	1990-2022	OTH	US EPA AP-42. 5ª Ed. (1998) Capítulo 2.4. Tabla 2.4-4.	-
NO <sub>x</sub>	1990-2022	OTH		
PM <sub>2,5</sub>	1990-2022	OTH		
PM <sub>10</sub>	1990-2022	OTH		
TSP	1990-2021	OTH		
Observaciones: D= por defecto (del inglés <i>Default</i> ); CS= específico del país (del inglés <i>Country specific</i> ); OTH= otros (del inglés <i>Other</i> ); M=modelo (del inglés <i>Model</i> )				

## Incertidumbres

La incertidumbre de esta actividad se calcula a nivel de CRF 5D y es la recogida en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CH <sub>4</sub>	25	30	<u>Variable de actividad</u> : La incertidumbre está determinada por ciertas carencias de información, la información de base procede, para los años pares del periodo 1998-2010, del estudio <i>Estimación de la producción y tratamiento de lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales</i> elaborado por el CEDEX, habiéndose utilizado procedimientos de interpolación y extrapolación para el resto de los años del periodo inventariado. <u>Factor de emisión</u> : Se asume la incertidumbre propuesta en la Guía IPCC 2006.
N <sub>2</sub> O	10	1400	<u>Variable de actividad</u> : Se adopta la incertidumbre propuesta en la Guía IPCC 2006. <u>Factor de emisión</u> : Se asume la incertidumbre propuesta en la Guía IPCC 2006.
NMVOG	-	-	No estimada. El Inventario contempla, en su estimación de incertidumbre total, aquellos sectores que más emiten, hasta completar el 97% de las emisiones totales, quedando esta actividad y contaminante fuera del cómputo. Para más información, consultar la metodología para el cálculo de incertidumbres de los reportes a CLRTAP.
CO	-	-	Para estos contaminantes no se realizan análisis de incertidumbre. Para más información, consultar la metodología para el cálculo de incertidumbres de los reportes a CLRTAP.
NO <sub>x</sub>	-	-	
PM <sub>2,5</sub>	-	-	
PM <sub>10</sub>	-	-	
TSP	-	-	

### Coherencia temporal de la serie

Las series de las variables se consideran temporalmente homogéneas por provenir de estudios nacionales y/o de estadísticas nacionales, como es el caso del volumen de aguas residuales depuradas. En consecuencia con lo anterior, y dada la estabilidad temporal del algoritmo de estimación de emisiones, se consideran también temporalmente homogéneas las series de emisiones estimadas.

### Observaciones

No procede.

### Criterio para la distribución espacial de las emisiones

La información sobre el tratamiento de aguas residuales es proporcionada a nivel provincial y/o por comunidad autónoma y/o nacional, según el contaminante estimado. La distribución provincial se realiza utilizando como variable subrogada el número de habitantes de cada provincia según la información del Instituto Nacional de Estadística.

### Juicio de experto asociado

Juicio de experto del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) (INV-ESP-JE/WASTE/2015-001).

### Fecha de actualización

Febrero de 2024.

## ANEXO I

### Datos de la variable de actividad

#### Carga orgánica total y variables básicas para su cálculo

Año	Población total CEDEX	% población con agua no recolectada	% población con agua recolectada	Población total nacional	Población total REVISADA	TOW no recolectada	TOW recolectada
	(hab. eq.)	(hab. eq.)	(hab. eq.)	(hab.)	(hab. eq.)	(kt DBO <sub>5</sub> )	(kt DBO <sub>5</sub> )
1990	68 585 462	77,37%	22,63%	38 851 322	57 950 126	981,93	287,17
1991	68 585 462	74,21%	25,79%	38 940 002	58 082 400	943,90	328,10
1992	68 585 462	71,06%	28,94%	39 068 718	58 274 391	906,90	369,31
1993	68 585 462	65,39%	34,61%	39 190 358	58 455 828	837,07	443,12
1994	68 585 462	62,32%	37,68%	39 295 902	58 613 256	799,95	483,68
1995	68 585 462	60,55%	39,45%	39 387 976	58 750 592	779,10	507,54
1996	68 585 462	57,90%	42,10%	39 479 159	58 886 600	746,73	542,89
1997	68 585 462	53,92%	46,08%	39 583 381	59 042 056	697,25	595,78
1998	68 585 462	44,08%	55,92%	39 722 075	59 248 930	571,97	725,58
1999	68 585 462	37,67%	62,33%	39 927 224	59 554 928	491,29	812,96
2000	68 585 462	33,92%	66,08%	40 264 162	60 057 500	446,09	869,17
2001	68 585 462	27,07%	72,93%	40 721 447	60 739 580	360,14	970,05
2002	68 585 462	24,34%	75,66%	41 423 526	61 786 792	329,39	1 023,74
2003	68 585 462	19,46%	80,54%	42 196 243	62 939 367	268,23	1 110,14
2004	68 585 462	15,67%	84,33%	42 859 168	63 928 177	219,44	1 180,59
2005	68 585 462	13,99%	86,01%	43 662 626	65 126 605	199,49	1 226,78
2006	68 585 462	10,08%	89,92%	44 360 495	66 167 537	146,01	1 303,06
2007	68 585 462	10,05%	89,95%	45 236 003	67 473 433	148,55	1 329,12
2008	68 587 961	8,45%	91,55%	45 983 212	68 587 961	126,86	1 375,21
2009	68 995 713	7,18%	92,82%	46 367 624	68 995 712	108,53	1 402,47
2010	69 586 639	6,75%	93,25%	46 562 546	69 586 639	102,93	1 421,02
2011	69 586 639	7,54%	92,46%	46 736 284	69 846 286	115,31	1 414,32
2012	69 586 639	7,54%	92,46%	46 766 409	69 891 307	115,39	1 415,23
2013	-	4,68%	95,32%	46 591 813	68 272 356	70,00	1 425,17
2014	-	4,68%	95,32%	46 452 802	68 068 659	69,79	1 420,92
2015	-	4,89%	95,11%	46 407 165	62 127 235	66,59	1 294,00
2016	-	4,89%	95,11%	46 468 102	62 208 814	66,68	1 295,70
2017	-	4,44%	95,56%	46 549 047	65 355 584	63,50	1 367,79
2018	-	4,44%	95,56%	46 733 040	65 613 913	63,75	1 373,19
2019	-	3,34%	96,66%	47 104 233	64 897 117	47,45	1 373,80
2020	-	3,34%	96,66%	47 351 566	65 237 876	47,70	1 381,01
2021	-	1,62%	98,38%	47 326 693	63 100 032	22,36	1 359,53
2022	-	1,62%	98,38%	47 615 037	63 484 477	22,49	1 367,82

#### Cantidad de metano quemado

Año	CH <sub>4</sub> captado y quemado (kt)	CH <sub>4</sub> quemado (kt)		
		ANTORCHAS (09 10 02)	CALDERAS (01 01 03)	MOTORES (01 01 05)
1990	29,05	6,32	7,61	15,12
1991	30,09	6,63	8,06	15,39
1992	31,54	6,65	8,33	16,57
1993	34,60	7,48	10,20	16,92
1994	38,66	8,08	11,03	19,55
1995	39,12	8,27	11,30	19,55
1996	40,50	8,90	12,04	19,55
1997	44,48	7,20	10,47	26,81
1998	48,86	8,65	12,91	27,30
1999	51,57	8,85	13,25	29,47
2000	58,09	8,70	13,51	35,88
2001	62,06	10,17	14,00	37,88
2002	65,97	10,83	15,43	39,71
2003	69,03	11,11	15,68	42,24
2004	72,74	11,55	15,95	45,24
2005	72,86	11,38	14,96	46,52

Año	CH <sub>4</sub> captado y quemado (kt)	CH <sub>4</sub> quemado (kt)		
		ANTORCHAS (09 10 02)	CALDERAS (01 01 03)	MOTORES (01 01 05)
2006	74,18	11,48	15,27	47,44
2007	74,26	10,98	14,82	48,46
2008	74,71	10,96	14,69	49,06
2009	74,37	11,61	16,04	46,72
2010	77,38	11,86	16,40	49,12
2011	77,44	7,77	13,08	56,59
2012	77,79	7,18	12,69	57,91
2013	77,84	7,03	14,19	56,62
2014	77,95	7,19	12,73	58,03
2015	75,10	6,79	14,55	53,76
2016	75,10	6,80	14,51	53,79
2017	76,91	6,93	14,57	55,41
2018	76,91	6,95	14,43	55,53
2019	76,41	6,84	14,03	55,54
2020	76,60	6,85	14,05	55,70
2021	76,17	6,84	14,1	55,23
2022	75,83	6,89	12,06	56,88

#### Volumen de agua residual tratada

Año	Volumen de aguas residuales depuradas (m <sup>3</sup> /habitante/día)	Población (hab.)	Volumen de agua residual tratada (m <sup>3</sup> )
1990	0,07	38 851 322	927 435 253
1991	0,07	38 940 002	1 059 615 774
1992	0,08	39 068 718	1 192 685 874
1993	0,10	39 190 358	1 431 057 171
1994	0,11	39 295 902	1 562 053 499
1995	0,11	39 387 976	1 639 102 722
1996	0,12	39 479 159	1 753 272 657
1997	0,13	39 583 381	1 924 076 504
1998	0,16	39 722 075	2 343 286 768
1999	0,18	39 927 224	2 625 479 231
2000	0,19	40 264 162	2 807 016 054
2001	0,19	40 721 447	2 809 169 021
2002	0,19	41 423 526	2 933 199 876
2003	0,20	42 196 243	3 095 727 368
2004	0,32	42 859 168	4 959 020 033
2005	0,32	43 662 626	5 036 047 283
2006	0,30	44 360 495	4 873 665 783
2007	0,28	45 236 003	4 573 586 083
2008	0,27	45 983 212	4 514 861 670
2009	0,28	46 367 624	4 671 074 442
2010	0,29	46 562 546	4 860 664 177
2011	0,29	46 736 284	4 929 976 918
2012	0,29	46 766 409	4 967 294 132
2013	0,29	46 591 813	4 999 767 453
2014	0,29	46 452 802	4 933 984 364
2015	0,29	46 407 165	4 929 137 030
2016	0,28	46 468 102	4 732 079 167
2017	0,28	46 549 047	4 740 322 201
2018	0,29	46 733 040	4 997 864 963
2019	0,29	47 104 233	5 037 562 198
2020	0,28	47 351 566	4 873 896 688
2021	0,28	47 326 693	4 871 336 510
2022	0,28	47 615 037	4 901 015 758

**NEFLUENTE, cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de agua residuales y variables básicas para su cálculo**

Año	Población (hab.)	Proteína (g/hab./día)	F <sub>NPR</sub> (kg N/kg proteína)	F <sub>NON-CON</sub>	F <sub>IND-CON</sub>	Lodos de depuradora retirados (t materia seca)	T <sub>PLANTA</sub> (% de hab. eq. tratam. avanzado)	EF <sub>PLANTA</sub> (g N <sub>2</sub> O/hab./año)	NEFLUENTE (kg N/año)
1990	38 851 322	97,01	0,16	1,4	1,25	416 884,00	5,00 %	3,2	368 513 585
1991	38 940 002	93,08	0,16	1,4	1,25	483 768,00	6,30 %	3,2	351 076 796
1992	39 068 718	92,92	0,16	1,4	1,25	550 651,00	7,90 %	3,2	348 987 071
1993	39 190 358	94,30	0,16	1,4	1,25	617 535,00	9,90 %	3,2	352 994 108
1994	39 295 902	93,95	0,16	1,4	1,25	641 345,00	12,40 %	3,2	351 653 819
1995	39 387 976	90,34	0,16	1,4	1,25	665 155,00	15,60 %	3,2	337 053 057
1996	39 479 159	89,94	0,16	1,4	1,25	688 965,00	19,60 %	3,2	335 328 618
1997	39 583 381	94,04	0,16	1,4	1,25	712 775,00	24,70 %	3,2	351 920 441
1998	39 722 075	94,63	0,16	1,4	1,25	716 145,00	31,10 %	3,2	355 514 332
1999	38 851 322	104,31	0,16	1,4	1,25	784 882,00	33,40 %	3,2	394 244 217
2000	38 940 002	108,27	0,16	1,4	1,25	853 482,00	35,60 %	3,2	411 377 670
2001	39 068 718	110,89	0,16	1,4	1,25	892 238,56	36,00 %	3,2	425 799 934
2002	39 190 358	113,35	0,16	1,4	1,25	987 221,41	36,40 %	3,2	440 386 099
2003	39 295 902	113,95	0,16	1,4	1,25	1 012 157,63	37,30 %	3,2	450 928 768
2004	39 387 976	118,14	0,16	1,4	1,25	1 005 316,10	38,10 %	3,2	477 254 893
2005	39 479 159	115,21	0,16	1,4	1,25	987 327,90	38,50 %	3,2	474 594 023
2006	39 583 381	112,73	0,16	1,4	1,25	1 066 196,20	38,80 %	3,2	468 431 305
2007	39 722 075	102,30	0,16	1,4	1,25	1 152 585,70	38,80 %	3,2	426 861 735
2008	39 927 224	94,81	0,16	1,4	1,25	1 156 178,28	38,80 %	3,2	399 328 797
2009	40 264 162	105,57	0,16	1,4	1,25	1 205 122,82	39,30 %	3,2	452 043 853
2010	40 721 447	102,36	0,16	1,4	1,25	1 086 720,04	39,60 %	3,2	443 642 092
2011	41 423 526	89,07	0,16	1,4	1,25	1 058 999,01	45,20 %	3,2	383 091 595
2012	42 196 243	89,34	0,16	1,4	1,25	1 082 669,18	42,44 %	3,2	383 709 732
2013	42 859 168	91,02	0,16	1,4	1,25	447 694,69	39,44 %	3,2	415 503 007
2014	43 662 626	89,17	0,16	1,4	1,25	582 500,65	40,15 %	3,2	400 046 855
2015	44 360 495	88,50	0,16	1,4	1,25	631 383,36	44,92 %	3,2	394 471 640
2016	45 236 003	89,29	0,16	1,4	1,25	638 823,17	48,27 %	3,2	398 512 028
2017	45 983 212	94,23	0,16	1,4	1,25	693 113,17	49,15 %	3,2	420 557 700
2018	46 367 624	94,11	0,16	1,4	1,25	693 580,17	50,86 %	3,2	421 744 074
2019	46 562 546	95,91	0,16	1,4	1,25	728 909,82	52,61 %	3,2	432 564 567
2020	46 736 284	100,98	0,16	1,4	1,25	693375,82	43,53 %	3,2	460 945 131
2021	46 766 409	93,04	0,16	1,4	1,25	752 673,72	35,09 %	3,2	419 901 991
2022	47 615 037	84,82	0,16	1,4	1,25	752 673,72	34,87 %	3,2	382 628 731

## ANEXO II

### Datos de factores de emisión

#### Ratios de utilización de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas recolectadas

Año	Tratamientos aerobios	Tratamientos anaerobios
1990	96,01%	3,99%
1991	95,89%	4,11%
1992	95,51%	4,49%
1993	96,03%	3,97%
1994	94,90%	5,10%
1995	94,74%	5,26%
1996	94,74%	5,26%
1997	94,79%	5,21%
1998	95,30%	4,70%
1999	95,30%	4,70%
2000	95,81%	4,19%
2001	95,81%	4,19%
2002	96,05%	3,95%
2003	96,05%	3,95%
2004	95,84%	4,16%
2005	95,84%	4,16%
2006	95,93%	4,07%
2007	95,93%	4,07%
2008	95,99%	4,01%
2009	95,99%	4,01%
2010 - 2022	97,46%	2,54%

#### Ratios de utilización de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas no recolectadas

Año	Fosas sépticas y/o tanques de Imhoff	Sistemas de infiltración
1990	40,33%	59,67%
1991	40,33%	59,67%
1992	40,33%	59,67%
1993	40,33%	59,67%
1994	40,33%	59,67%
1995	40,33%	59,67%
1996	40,33%	59,67%
1997	40,33%	59,67%
1998	40,33%	59,67%
1999	40,33%	59,67%
2000	40,33%	59,67%
2001	40,33%	59,67%
2002	40,33%	59,67%
2003	40,33%	59,67%
2004	40,33%	59,67%
2005	40,33%	59,67%
2006	74,55%	25,45%
2007	97,09%	2,91%
2008	98,25%	1,75%
2009	98,41%	1,59%
2010	98,68%	1,32%
2011	98,69%	1,31%
2012	98,72%	1,28%
2013	98,72%	1,28%
2014	98,69%	1,31%
2015	98,63%	1,37%
2016	98,41%	1,59%
2017	99,52%	0,48%
2018	98,55%	1,45%
2019	98,97%	1,03%

2020	98,91 %	1,09 %
2021	98,91 %	1,09 %
2022	99,66 %	0,33 %

**Valor del factor de emisión para NMVOC**

PERIODO	NMVOC
	g NMVOC/m <sup>3</sup> agua tratada
1990-2022	0,015

**Valor del factor de emisión para N<sub>2</sub>O (EF<sub>PLANTA</sub>)**

PERIODO	N <sub>2</sub> O
	g N <sub>2</sub> O/hab./año
1990-2022	3,2

**Valor del factor de emisión para N<sub>2</sub>O (EF<sub>EFLUENTE</sub>)**

PERIODO	N <sub>2</sub> O
	g N <sub>2</sub> O-N/kg N
1990-2022	5

**Factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones en la quema del metano captado en los distintos dispositivos**

SNAP	PERIODO	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	TSP
		g de contaminante/t CH <sub>4</sub> quemado						
09.10.02/ANTORCHAS	2002-2022	-	-	16 799	910	378	378	378
01.01.03/CALDERAS*	2002-2022	50,4	5,04	126	742	182	182	182
01.01.04/TURBINAS*	2002-2022	50,4	5,04	5 040	1 960	490	490	490
01.01.05/MOTORES*	2002-2022	50,4	5,04	10 499	5 600	1 078	1 078	1 078

\* Emisiones contabilizadas en el sector de Energía (CRF 1A1ai)

## ANEXO III

### Cálculo de emisiones

#### Estimación emisiones de N<sub>2</sub>O (año 1990)

Se aplica la ecuación 6.7 de las Guías IPCC 2006.

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O} = (N_{\text{EFLUENTE}} - N_{\text{PLANTAS}}) \times EF_{\text{EFLUENTE}} \times \frac{44}{28}$$

$$N_{\text{EFLUENTE}} = (P \times \text{Proteína} \times F_{\text{NPR}} \times F_{\text{NON-CON}} \times F_{\text{IND-CON}}) - N_{\text{LODO}}$$

$$N_{\text{PLANTAS}} = P \times T_{\text{PLANTA}} \times F_{\text{IND-COM}} \times EF_{\text{PLANTA}} \times 28/44$$

$P = 38\,851\,322$  habitantes

$\text{Proteína} = 97,0$  g/hab./día

$F_{\text{NPR}} = 0,16$  kg N/kg proteína

$F_{\text{NON-CON}} = 1,4$

$F_{\text{IND-CON}} = 1,25$

$N_{\text{LODO}} = 416\,884 \times 0,04/1\,000 = 16\,675\,360$  kg N

$T_{\text{PLANTA}} = 5,00\%$  de hab. eq. tratados

$EF_{\text{PLANTA}} = 3,2$  g N<sub>2</sub>O/hab./año

$EF_{\text{EFLUENTE}} = 5$  g N<sub>2</sub>O-N/kg N

$$N_{\text{EFLUENTE}} = \left( 38\,851\,322 \times 97,0 \times \frac{365}{1\,000} \times 0,16 \times 1,4 \times 1,25 \right) - 16\,675\,360 = 368\,513\,585,48 \text{ kg N/año}$$

$$N_{\text{PLANTAS}} = 38\,851\,322 \times 0,05 \times 1,25 \times \frac{3,2}{1000} \times \frac{28}{44} = 4\,944,71 \text{ kg N/año}$$

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O} = (368\,513\,585,48 - 4\,944,71) \times \frac{5}{1\,000} \times \frac{44}{28} \times \frac{1}{1\,000} = 2\,895,43 \text{ toneladas de N}_2\text{O}$$

## ANEXO IV

### Emisiones

Año	CRF 5D1		Combustión del metano captado					
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NMVOC	CO	NOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	TSP
	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
1990	138 436,18	2 895,43	13,91	106,22	5,75	2,39	2,39	2,39
1991	133 521,18	2 758,41	15,89	111,33	6,03	2,51	2,51	2,51
1992	128 937,07	2 741,98	17,89	111,68	6,05	2,51	2,51	2,51
1993	119 424,27	2 773,45	21,47	125,64	6,81	2,83	2,83	2,83
1994	115 538,02	2 762,90	23,43	135,75	7,35	3,05	3,05	3,05
1995	113 014,81	2 648,15	24,59	138,90	7,52	3,13	3,13	3,13
1996	108 848,67	2 634,57	26,30	149,58	8,10	3,37	3,37	3,37
1997	102 425,76	2 764,89	28,86	120,92	6,55	2,72	2,72	2,72
1998	85 578,98	2 793,08	35,15	145,26	7,87	3,27	3,27	3,27
1999	75 113,75	3 097,37	39,38	148,65	8,05	3,34	3,34	3,34
2000	68 513,70	3 231,96	42,11	146,18	7,92	3,29	3,29	3,29
2001	57 338,67	3 345,28	42,14	170,88	9,26	3,84	3,84	3,84
2002	53 027,84	3 459,88	44,00	181,90	9,85	4,09	4,09	4,09
2003	45 148,58	3 542,70	46,44	186,57	10,11	4,20	4,20	4,20
2004	39 307,02	3 749,54	74,39	194,09	10,51	4,37	4,37	4,37
2005	36 881,70	3 728,62	75,54	191,12	10,35	4,30	4,30	4,30
2006	43 309,49	3 680,19	73,10	192,84	10,45	4,34	4,34	4,34
2007	53 130,45	3 353,56	68,60	184,44	9,99	4,15	4,15	4,15
2008	47 379,99	3 137,22	67,72	184,11	9,97	4,14	4,14	4,14
2009	42 209,65	3 551,41	70,07	195,08	10,57	4,39	4,39	4,39
2010	37 017,44	3 485,40	72,91	199,24	10,79	4,48	4,48	4,48
2011	40 661,33	3 009,59	73,95	130,56	7,07	2,94	2,94	2,94
2012	40 695,20	3 014,46	74,51	120,69	6,54	2,72	2,72	2,72
2013	27 281,07	3 264,30	75,00	118,04	6,39	2,66	2,66	2,66
2014	27 193,27	3 142,86	74,01	120,70	6,54	2,72	2,72	2,72
2015	25 653,31	3 099,00	73,94	114,14	6,18	2,57	2,57	2,57
2016	25 646,94	3 130,71	70,98	114,22	6,19	2,57	2,57	2,57
2017	25 228,59	3 303,92	71,10	116,40	6,31	2,62	2,62	2,62
2018	25 161,76	3 313,23	74,97	116,67	6,32	2,63	2,63	2,63
2019	20 391,06	3 398,22	75,56	114,92	6,22	2,59	2,59	2,59
2020	20 491,12	3 621,29	73,11	115,12	6,24	2,59	2,59	2,59

2021	12 865,26	3 298,90	73,07	114,84	6,22	2,58	2,58	2,58
2022	12 989,11	3 006,04	73,52	115,67	6,27	2,60	2,60	2,60

\*Las emisiones del metano captado con valorización energética se reportan en el sector de energía (CRF 1A1ai, NFR 1A1a), dichas emisiones están incluidas en la siguiente tabla.

#### Emisiones estimadas a nivel CRF 1A1ai y NFR 1A1a

Año	CRF 1A1ai		NFR 1A1a				
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	TSP
	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
1990	1,15	0,11	159,67	90,29	17,68	17,68	17,68
1991	1,18	0,12	162,65	92,19	18,06	18,06	18,06
1992	1,25	0,13	174,97	98,94	19,37	19,37	19,37
1993	1,37	0,14	178,98	102,34	20,10	20,10	20,10
1994	1,54	0,15	206,69	117,67	23,08	23,08	23,08
1995	1,56	0,16	206,72	117,88	23,13	23,13	23,13
1996	1,59	0,16	206,82	118,43	23,27	23,27	23,27
1997	1,88	0,19	282,84	157,91	30,81	30,81	30,81
1998	2,03	0,20	288,28	162,46	31,78	31,78	31,78
1999	2,15	0,22	311,09	174,86	34,18	34,18	34,18
2000	2,49	0,25	378,39	210,93	41,13	41,13	41,13
2001	2,61	0,26	399,49	222,51	43,38	43,38	43,38
2002	2,78	0,28	418,85	233,80	45,61	45,61	45,61
2003	2,92	0,29	445,50	248,18	48,39	48,39	48,39
2004	3,08	0,31	476,95	265,14	51,66	51,66	51,66
2005	3,10	0,31	490,35	271,61	52,87	52,87	52,87
2006	3,16	0,32	499,99	276,96	53,91	53,91	53,91
2007	3,19	0,32	510,64	282,34	54,93	54,93	54,93
2008	3,21	0,32	516,93	285,61	55,55	55,55	55,55
2009	3,16	0,32	492,59	273,54	53,28	53,28	53,28
2010	3,30	0,33	517,77	287,21	55,93	55,93	55,93
2011	3,51	0,35	595,84	326,60	63,38	63,38	63,38
2012	3,56	0,36	609,59	333,68	64,73	64,73	64,73
2013	3,57	0,36	596,70	327,79	63,65	63,65	63,65
2014	3,57	0,36	611,32	334,60	64,91	64,91	64,91
2015	3,44	0,34	578,59	317,59	61,66	61,66	61,66
2016	3,44	0,34	578,51	317,56	61,65	61,65	61,65
2017	3,53	0,35	592,14	325,08	63,12	63,12	63,12

2018	3,51	0,35	588,84	323,35	62,78	62,78	62,78
2019	3,51	0,35	586,94	322,37	62,60	62,60	62,60
2020	3,52	0,35	588,43	323,18	62,76	62,76	62,76
2021	3,49	0,35	584,94	321,27	62,39	62,39	62,39
2022	3,48	0,35	598,71	327,46	63,51	63,51	63,51

Ficha Técnica