

ANEXOS

A. EVOLUCIÓN DE EMISIONES DE GEI PARA LOS AÑOS 1990-2004

PANORAMA SECTORIAL DE EMISIONES

A.1 ENERGÍA

Si se analiza la evolución del consumo final total de energía en el país, se observa que en la década del 90, el consumo crece desde 1940ktep en 1990 a 2677ktep en 1999, caracterizado por un sostenido crecimiento anual, de casi 4% en promedio. Para dicho período también se verificó un crecimiento sostenido del consumo energético por habitante, alcanzándose en 1998 una variación positiva de 30,3% respecto a 1990.

A partir del año 2000, los consumos de energía final total comenzaron a disminuir, llegando a 2225ktep en 2003, o sea un valor levemente superior al correspondiente al año 1993. La crisis económica del año 2002, tuvo una importante repercusión en la demanda de energía del país, que se revirtió en el año 2004 en que se alcanzó los 2354ktep.

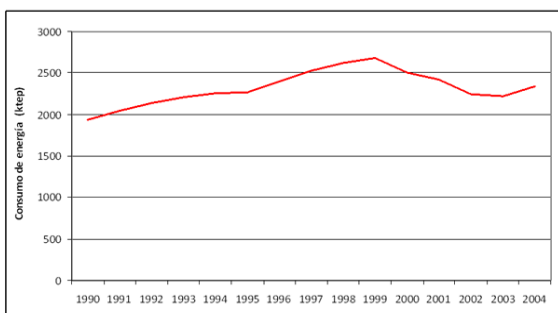


Figura 1: Evolución del consumo final de energía (ktep)

Las variaciones en los consumos energéticos explican la evolución de las emisiones netas de los gases de efecto invernadero del sector energía.

En los años inventariados, la participación del sector energía en los totales nacionales de emisiones de GEI se mantuvo de manera similar. Dicho sector presentó contribuciones importantes de CO₂ (91- 94% de las emisiones totales), NO_x (97-98%), CO (95-98%), COVDM (56-67%) y SO₂ (>99%) para los años 1990, 1994, 1998, 2000, 2002 y 2004. Sin embargo, los aportes a las emisiones totales de CH₄ y N₂O fueron casi despreciables, del orden de 0,1% y 0,2-0,3%, respectivamente.

En términos de evaluar la contribución relativa al calentamiento global, se analiza la evolución de las emisiones en "CO₂ equivalentes" de los principales gases de efecto invernadero directos. Las emisiones del sector energía fueron de 3.641 kton CO₂ eq en 1990 y 5.185 kton CO₂ eq en 2004, un aumento del 42%.

Año	Cantidades emitidas (kton CO ₂ eq)			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
1990	3.607,98	14,99	18,26	3.641,23
1994	3.930,39	14,78	25,64	3.970,81
1998	5.384,44	18,64	32,61	5.435,69
2000	5.125,92	22,21	31,25	5.179,38
2002	4.064,21	15,35	27,87	4.107,44
2004	5.122,62	29,47	32,86	5.184,95

Figura 3: Evolución de emisiones de GEI en sector Energía en período 1990-2004 (kton CO₂ eq)

Año	Cantidades emitidas (kton de masa total de gas)						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
1990	3.607,98	0,71	0,06	29,03	281,16	23,61	42,04
1994	3.930,39	0,70	0,08	37,05	331,19	31,31	33,00
1998	5.384,44	0,89	0,11	46,33	359,31	36,80	53,98
2000	5.125,92	1,06	0,10	43,41	332,44	33,87	47,73
2002	4.064,21	0,73	0,09	38,21	283,41	25,50	36,99
2004	5.122,62	1,40	0,11	38,11	279,20	25,96	51,08
Variación 1994-1990	8,9%	-1,4%	40,4%	27,6%	17,8%	32,6%	-21,5%
Variación 1998-1994	37,0%	26,1%	27,2%	25,1%	8,5%	17,5%	63,6%
Variación 2000-1998	-4,8%	19,1%	-4,2%	-6,3%	-7,5%	-7,9%	-11,6%
Variación 2002-2000	-20,7%	-30,9%	-10,8%	-12,0%	-14,7%	-24,7%	-22,5%
Variación 2004-2002	26,0%	92,0%	17,9%	-0,3%	-1,5%	1,8%	38,1%
Variación 2004-1990	42,0%	96,6%	80,0%	31,3%	-0,7%	10,0%	21,5%

Figura 2: Evolución de las emisiones de GEI en sector Energía en período 1990-2004 (kton de gas)

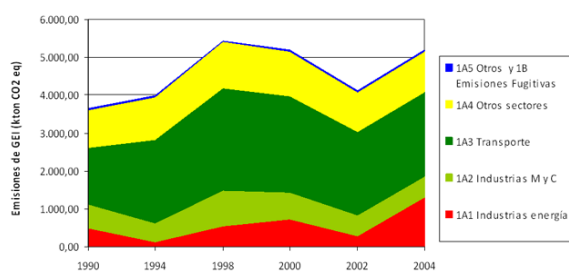


Figura 4: Evolución de emisiones de GEI en período 1990-2004, sector Energía (kton CO₂ eq)

IA Quema de combustibles fósiles

Dentro de las actividades de quema de combustibles fósiles, se generan emisiones de CO₂, CH₄, N₂O, NO_x, CO, COVDM y SO₂, las cuales han variado de acuerdo a la evolución de los consumos de energía. A continuación se presentan las estimaciones para los años inventariados de manera de evaluar su evolución en el período de estudio.

ra/Silvicultura y Pesca), presentaron un incremento de 5,4% en 2004 respecto a 1990.

En contrapartida, las emisiones del subsector Industrias Manufactureras y Construcción, presentó una caída de 11%, entre 2004 y 1990. Acorde a lo expuesto, la contribución de los distintos subsectores al incremento de las emisiones totales del sector energía, entre 2004 y 1990 fueron: Industrias de la Energía (160%), Transporte (49,3%), Otros sectores (5,4%), Industrias Manufactureras y Construcción (-11%). El signo negativo indica el decrecimiento de las emisiones de los subsectores y por tanto una contribución negativa al aumento de las emisiones totales del sector.

En particular, cabe destacar que el marcado incremento de las emisiones del subsector Transporte, se debió principalmente al incremento de la actividad del transporte rodoviario. El mismo, representó el 91% de las emisio-

	Emisiones CO ₂ (kton)					
	1990	1994	1998	2000	2002	2004
IA Quema de combustibles	3.607,98	3.930,39	5.384,44	5.125,92	4.063,59	5.122,62
IA1 Industrias de la energía	506,12	124,96	549,89	726,04	279,75	1.311,34
IA2 Industrias manufactureras y construcción	603,68	498,76	937,74	716,31	557,19	538,54
IA3 Transporte	1.480,89	2.176,67	2.664,79	2.492,58	2.158,28	2.211,18
IA4 Otros sectores	1.002,92	1.108,09	1.223,40	1.183,53	1.062,91	1.056,92
IA5 Otros (no especificados en otra parte)	14,36	21,92	8,62	7,47	5,46	4,64

Figura 5: Evolución de las emisiones de CO₂ por subsector, en período 1990-2004

En la figura 5 se puede ver claramente la recuperación que se produjo en el año 2004 luego de la crisis económica del 2002, en la cual aumentó el consumo de energía en los distintos subsectores, con su consecuente aumento de emisiones de CO₂. Entre el año 2002 y 2004, las emisiones totales de dicho gas provenientes del sector energía aumentaron 26%, provocadas principalmente por las Industrias de la Energía (370%), seguidas de un bajo crecimiento de las emisiones del Transporte (2,5%). Para el resto de los subsectores, las emisiones de CO₂ disminuyeron en 2004 respecto al 2002.

Por otra parte, si se comparan las emisiones del año 2004 respecto a las de 1990, se observa que las mismas aumentaron un 42%. Los mayores contribuidores al incremento de estas emisiones fueron los sectores Industrias de la Energía y Transporte, los cuales mostraron un marcado crecimiento de sus emisiones durante la década de 1990. Las mayores emisiones de dióxido de carbono se evidenciaron en el año 1998, con un incremento de 80% respecto a las emisiones del año 1990. Posteriormente, en el año 2002, se observó una caída de 19% en dichas emisiones respecto a 1998. De esta forma, el incremento de las emisiones del subsector Transporte entre 2004 y 1990 fue de 49%. Por su parte, las emisiones de Otros sectores (Comercial/Institucional; Residencial; Agricul-

nes de CO₂ del transporte en el año 1990, mientras que en los años posteriores alcanzó un aporte de 93%. Independientemente de esta participación constante, debe destacarse que las emisiones de CO₂ generadas por la quema de gasoil en el transporte carretero mostró un aumento marcado en el período 1990-2004 (100%), contribuyendo al aumento de las emisiones de CO₂ del subsector Transporte de 49% en dicho período. En contraposición, las emisiones de CO₂ generadas por la quema de gasolinas en el transporte carretero disminuyeron entre 1990 y 2002 (-5%), decayendo su contribución a las emisiones de CO₂ del subsector Transporte de 48% en 1990 a 30% en 2004. Asimismo, las emisiones provocadas por la combustión de gasoil en la navegación nacional, crecieron un 95% en 2004 respecto a 1990, y las provenientes a aviación nacional decrecieron 65% para dicho período.

Las emisiones de metano del sector energía, aumentaron 92% entre 2002 y 2004, recuperando el descenso que se había provocado en 2002 respecto a 2000, resultando en un aumento neto de 97% en 2004 respecto a 1990 en emisiones de CH₄. Entre estas emisiones se destacan las generadas por el Transporte que han presentado aumentos y disminuciones a lo largo del período.

Con respecto a las emisiones de óxido nítrico, las mismas disminuyeron entre los años 2000 y 2002 y volvieron a aumentar en 2004. La participación de los distintos subsectores al crecimiento de estas emisiones fue: Transporte (78,5%), Industrias de la Energía (5%), Otros sectores (15%) e Industrias Manufactureras y Construcción (1,5%). Respecto al período 1990-2004, se observa que las emisiones del sector aumentaron un 80%, principalmente como consecuencia del aumento de la actividad en el subsector Transporte.

Por su parte, las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) permanecieron prácticamente constantes entre 2002 y 2004, presentando un crecimiento del 31% entre el año base 1990 y 2004, producido principalmente por las Industrias de la Energía. Las contribuciones según los subsectores fueron: Transporte (71,3%), Industrias de la Energía (8,9%), Otros sectores (16,4%) e Industrias Manufactureras y Construcción (3,4%).

Las emisiones de monóxido de carbono (CO) en el sector energía, se generan principalmente en los subsectores Transporte y Otros sectores, las que en el año 2004 representaron el 48,4% y 50,5% de las emisiones del sector, respectivamente. En la década del 90 las emisiones crecieron de 29kton a 43kton, seguidas de un descenso en 2002 por la crisis económica. Hacia el 2004 la situación energética se recuperó y sin embargo las emisiones de CO se mantuvieron 38kton similares al 2002. El de-

crecimiento de las emisiones de monóxido de carbono del sector, 15% entre el año 2000 y 2002, fue resultado de la disminución de las emisiones del sector Transporte (26%), mientras que las emisiones de Otros sectores se mantuvieron prácticamente constantes.

En todo el período 1990-2004, las emisiones de CO se mantuvieron en los mismos niveles, aunque los subsectores presentaron variaciones. El subsector Industrias de la energía contribuyó con un aumento en las emisiones de 180%, mientras que, en contrapartida, las industrias manufactureras y construcción, el transporte y Otros sectores presentaron disminuciones en sus emisiones para todo el período.

Las emisiones de los COVDM provenientes de la quema de combustibles se mantuvieron constantes en el período 2002-2004, luego de la disminución de 25% que sufrieron entre 2000 y 2002. Esta fue ocasionada en un 94% por la disminución de la actividad en el subsector Transporte (25%). Las emisiones entre 1990 y 2004 sufrieron un incremento de 8,6% debido al aumento de las emisiones del Transporte (7,2%) y los Otros sectores (35,5%).

Finalmente, las emisiones de dióxido de azufre (SO₂) del sector energía por quema de combustibles fósiles en su conjunto experimentaron un aumento de 37% entre el año 2002 y 2004, como resultado de la recuperación del sector luego de la crisis que vivió el país en 2002. Este

Emisiones NOx (kton)						
	1990	1994	1998	2000	2002	2004
IA Quema de combustibles	28,96	37,05	46,22	43,41	38,14	37,99
IA1 Industrias de la energía	1,17	0,35	1,24	1,65	0,46	3,38
IA2 Industrias manufactureras y construcción	1,93	1,68	2,39	1,73	1,44	1,30
IA3 Transporte	15,92	23,04	29,37	27,35	24,28	27,08
IA4 Otros sectores	9,95	11,98	13,23	12,67	11,95	6,23

Figura 6: Evolución de las emisiones de NOx por subsector, en período 1990-2004

Emisiones CO (kton)						
	1990	1994	1998	2000	2002	2004
IA Quema de combustibles	280,14	330,69	358,73	331,97	283,08	278,77
IA1 Industrias de la energía	0,10	0,03	0,11	0,14	0,05	0,27
IA2 Industrias manufactureras y construcción	4,41	4,55	2,77	2,09	1,88	2,4230
IA3 Transporte	132,87	182,54	211,86	186,03	138,00	135,11
IA4 Otros sectores	142,77	143,58	143,99	143,71	143,16	140,96

Figura 7: Evolución de las emisiones de CO por subsector, en período 1990-2004

Emisiones COVDM (kton)						
	1990	1994	1998	2000	2002	2004
IA Quema de combustibles	22,64	31,19	35,57	32,68	24,65	24,58
IA3 Transporte	21,54	29,79	34,06	31,30	23,38	23,10
IA4 Otros sectores	1,10	1,40	1,51	1,38	1,27	1,49

Figura 8: Evolución de las emisiones de COVDM por subsector, en período 1990-2004

	Emisiones SO ₂ (kton)					
	1990	1994	1998	2000	2002	2004
IA Quema de combustibles	40,91	33,00	52,28	46,03	35,79	49,08
IA1 Industrias de la energía	10,69	2,10	11,37	12,88	5,80	21,78
IA2 Industrias manufactureras y construcción	15,23	13,39	20,76	13,67	11,51	8,57
IA3 Transporte	5,35	7,62	9,64	9,32	8,69	8,86
IA4 Otros sectores	9,59	9,80	10,50	10,16	9,79	9,86
IA5 Otros (no especificados en otra parte)	0,05	0,09	0,01	0,01	0,01	0,01

Figura 9: Evolución de las emisiones de SO₂ por subsector, en período 1990-2004

aumento estuvo fuertemente influenciado por el subsector Industrias de la energía, el cual aumentó sus emisiones de SO₂ un 276% respecto al 2002. En el período 1990-2004, se evidenció un crecimiento de 20% en las emisiones de dicho gas. Esto se debió principalmente al crecimiento del subsector Industrias de la energía (104%), seguido por el transporte (65%). Sin embargo, Otros sectores, disminuyeron considerablemente sus emisiones en dicho período (88%) acompañadas por una tendencia a la baja de emisiones de las industrias manufactureras y construcción (44%).

IB Emisiones fugitivas de los combustibles

Las emisiones fugitivas de los combustibles presentaron diferentes comportamientos en el correr de los años según los diferentes gases. Para el metano, las mismas sufrieron un gran aumento de 325% en el período 1990-2004, mientras que para NO_x, COVDM y SO₂ el crecimiento fue menos pronunciado, de 74%, 42% y 77% respectivamente. Por su parte, las emisiones fugitivas de CO disminuyeron 58% en dicho período.

A.2 PROCESOS INDUSTRIALES

El sector industrial se vio afectado en el año 2002 por la crisis económica que sufrió el país, sin embargo hacia 2004 presentó cierta recuperación. Esto se tradujo en una disminución de emisiones de gases de efecto invernadero generadas por las actividades del sector y posterior aumento, para dichos años. A continuación se detallan las emisiones del sector Procesos Industriales para los años inventariados (figura 11). Cabe destacar, como se ha mencionado anteriormente, que en el INGEI 2004 se utilizaron ciertos factores de emisión extraídos de las Directrices del IPCC 2006, recalculándose las emisiones para los INGEI anteriores en los casos que fuera necesario.

Cabe destacar la baja importancia del sector en las emisiones de CO₂, NO_x, CO y SO₂ en los totales nacionales, salvo para los COVDM cuya contribución fue del 40% aproximadamente. A su vez, las actividades industriales constituyen la única fuente de emisiones de HFC y SF₆,

Año	Emisiones fugitivas (kton de gas)				
	CH ₄	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
1990	3.607,98	14,99	18,26	3.641,23	1,13
1994	3.930,39	14,78	25,64	3.970,81	
1998	5.384,44	18,64	32,61	5.435,69	1,70
2000	5.125,92	22,21	31,25	5.179,38	1,69
2002	4.064,21	15,35	27,87	4.107,44	1,20
2004	5.122,62	29,47	32,86	5.184,95	2,00

Figura 10: Evolución de las emisiones fugitivas de GEI, en período 1990-2004

contribuyendo así la totalidad a nivel nacional de emisiones de dichos gases. Estas características se mantuvieron en los años inventariados. Como se puede observar en la figura 11, las emisiones de los diferentes GEI emitidos por el sector Procesos Industriales han presentado aumentos y disminuciones a lo largo de toda la serie, resultando en un aumento neto de emisiones en el período 1990-2004 para CO₂ (33%), NO_x (78%), CO (78%), COVDM (21%) y SO₂ (61%). En particular, en el caso de los HFC y SF₆, no fueron estimadas las emisiones para los años 1990, 1994 y 1998. La evolución para dichos gases en el período 2000-2004 fue de crecimiento para los HFC, mientras que para el SF₆ las emisiones permanecieron constantes.

Las actividades industriales que generan emisiones de GEI en el Uruguay han venido siendo las mismas desde el año base estudiado. Las variaciones en las diferentes emisiones vienen dadas por cambios en las producciones correspondientes a cada año en particular.

2A Productos minerales

Dentro de la categoría de productos minerales se generaron emisiones de CO₂, COVDM y de SO₂. La producción de cemento Portland, específicamente la etapa de producción de clinker, fue responsable de la mayor contribución de CO₂ del sector. De esta manera la variación de la producción de clinker fue determinante en la variación de emisiones, la cual presentó un aumento neto de 34% en todo el período 1990-2004. Cabe destacar que el año 1998 presentó la mayor producción del período, siendo ésta 130% mayor que en el año 1990.

Año	Cantidades emitidas (kton de masa total de gas)							
	CO ₂	NO _x	CO	COVDM	SO ₂	HFC-134a	HFC-227ea	SF ₆
1990	238,92	3,1E-02	0,11	14,77	0,26	NE	NE	NE
1994	287,64	4,0E-02	0,15	15,09	0,33	NE	NE	NE
1998	538,87	4,3E-02	0,16	29,50	0,49	NE	NE	NE
2000	410,99	5,3E-02	0,20	20,90	0,47	1,9E-02	1,5E-03	6,0E-05
2002	262,35	5,1E-02	0,19	12,38	0,37	1,4E-02	1,1E-05	6,0E-05
2004	317,19	5,4E-02	0,20	17,84	0,42	1,8E-02	2,2E-05	6,0E-05
Variación 1994-1990	20,4%	31,8%	31,7%	2,1%	27,8%	NE	NE	NE
Variación 1998-1994	87,3%	8,0%	8,1%	95,5%	48,1%	NE	NE	NE
Variación 2000-1998	-23,7%	21,9%	21,8%	-29,2%	-5,8%	NE	NE	NE
Variación 2002-2000	-36,2%	-4,5%	-4,6%	-40,7%	-20,2%	-25,1%	-99,3%	0,0%
Variación 2004-2002	20,9%	7,6%	7,6%	44,1%	13,4%	26,4%	100,0%	0,0%
Variación 2004-1990	32,8%	78,2%	78,0%	20,8%	61,2%	NE	NE	NE

Figura 11: Evolución de emisiones de GEI en sector Procesos Industriales en período 1990-2004 (kton de gas)

Por su parte, la subcategoría pavimentación asfáltica tuvo participaciones importantes en las emisiones de COVDM del sector. Se registró un crecimiento de las emisiones en el año 1994 en una cifra del 10,5% en relación a lo emitido en el año 1990 y de 120% en el año 1998 con relación a lo emitido en el año 1994. Mientras que en los años 2000 y 2002 se produjeron disminuciones de 32% y 44% respecto a 1998 y 2000, respectivamente. En el año 2004 se produjo un aumento del 44% en dichas emisiones compensando la disminución que había experimentado en el período 2000-2002. La evolución desde el año base 1990, fue de un aumento neto de 21%.

2D Otra producción

En la fabricación de pulpa de celulosa por el método Kraft, se producen emisiones de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles distintos del metano y dióxido de azufre. Las emisiones del año 2002 disminuyeron respecto a las del año 2000, mientras que aumentaron en el período 2002-2004. Este aumento se explica por una mayor participación de la producción de pulpa de celulosa por el método Kraft respecto a los demás sistemas o métodos de producción semi-químicos. Así, en el año 2004 el total de pasta de celulosa producida por el método Kraft fue 78% mayor que en el año 1990, resultando en igual porcentaje de aumento de las emisiones de NO_x y CO del sector. Para los gases COVDM y SO₂, la contribución a las emisiones a partir de la producción de pasta de celulosa es compartida con otras categorías, por lo que las variaciones de dichas emisiones del sector dependen de distintas actividades. Las emisiones de COVDM relativas a la producción de pulpa de celulosa y alimentos fueron muy pequeñas respecto al sector, mientras que para el SO₂ representó algo más del 50% de las emisiones del sector las cuales presentaron un crecimiento desde 1990.

Las emisiones de COVDM originadas en la producción de alimentos y bebidas disminuyeron a lo largo de todo el período 1990-2004, resultando en una disminución global de 46% desde el año base. Dentro de esta categoría,

son varias las actividades inventariadas, cada una con una participación diferente en el total de gases emitidos.

2F Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre

La estimación de las emisiones de hidrofluorocarbonos comenzó a realizarse a partir del INGEI 2000. Las mismas corresponden casi en su totalidad al HFC-134a, utilizado mayoritariamente en equipos de refrigeración, mientras que tan sólo un porcentaje pequeño corresponde al HFC-227ea, utilizado principalmente en equipos fijos extintores de incendios

En el año 2002, las emisiones potenciales de hidrofluorocarbonos, fueron 31% inferiores a las del año 2000. Esto se debió principalmente a la disminución de las importaciones de equipos de refrigeración, producto de la recesión económica que atravesó el país en dicho año. Para el año 2004, este comportamiento se revirtió ya que se volvieron a importar cantidades mayores de estos compuestos, resultando en aumentos en las emisiones potenciales de 26% y 100% respecto al 2002 para HFC-134a y HFC-227ea respectivamente.

Las emisiones de SF₆ de Uruguay provienen del gas utilizado como aislante en los equipos eléctricos de alta tensión. La estimación de las emisiones de este gas comenzó a realizarse para el año 2000 a partir de la información proporcionada por la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE). En función de los datos proporcionados por dicha fuente, las emisiones anuales de este gas alcanzaron las 0,006kton, tanto en el año 2000, 2002 y 2004, no siendo posible identificar una variación en las mismas.

A.3. AGRICULTURA

Dada la importancia relativa del sector Agricultura en el inventario de GEI de Uruguay, se han realizado esfuerzos importantes para mejorar la calidad de la información y también para extender la cobertura temporal del análisis. Es así que por primera vez se reportan las emisiones del sector para la serie temporal completa del período 1990-2008. Asimismo, como se ha mencionado anteriormente, se desarrollaron factores de emisión específicos para las condiciones del país para las categorías claves. Con dichos factores y con los propuestos por defecto por la metodología del IPCC (2006) se recalcularon todas las emisiones para la serie temporal completa.

La población de vacunos de carne y bovinos fue definida, para cada una de las zonas, para el año 2004. La distribución de las diferentes categorías dentro de cada zona, así como de la población total entre las diferentes zonas se mantuvo fija para el resto de los años. Una posible mejora para el futuro es la de estimar la distribución de la población entre las zonas y la de las categorías dentro de cada zona para cada uno de los años de la serie temporal.

Año	Cantidades emitidas (kton de masa total de gas)			
	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO
1990	719,43	38,58	0,99	14,19
1991	745,58	39,68	0,94	12,67
1992	781,04	41,52	1,01	14,70
1993	817,36	41,79	0,97	13,67
1994	826,32	42,19	1,01	14,91
1995	820,23	41,94	0,99	15,00
1996	834,49	42,86	1,11	18,91
1997	827,27	41,09	0,97	15,57
1998	803,26	40,38	0,93	14,97
1999	788,96	38,12	0,78	11,34
2000	784,43	37,69	0,72	9,93
2001	792,22	37,17	0,66	8,14
2002	830,47	38,46	0,67	8,35
2003	863,27	40,46	0,65	7,67
2004	821,52	38,94	0,59	6,57
2005	862,18	40,76	0,63	7,07
2006	854,71	41,32	0,64	7,23
2007	842,76	40,54	0,68	7,93
2008	859,73	43,54	0,71	8,30
Variación 1994-1990	14,9%	9,3%	2,5%	5,1%
Variación 1998-1994	-2,8%	-4,3%	-8,2%	0,4%
Variación 2000-1998	-2,3%	-6,7%	-23,1%	-33,7%
Variación 2002-2000	5,9%	2,1%	-6,0%	-15,9%
Variación 2004-2002	-1,1%	1,2%	-11,9%	-21,4%
Variación 2004-1990	14,2%	0,9%	-40,1%	-53,7%
Variación 2008-1990	19,5%	12,9%	-28,2%	-41,5%

Figura 12: Evolución de emisiones de GEI en sector Agricultura en período 1990-2008 (kton de gas).

Es de destacar que en los años inventariados (1990; 1994; 1998; 2000; 2002; 2004) las emisiones de metano del sector Agricultura superaron el 90% del total nacional, mientras que las de óxido nitroso representaron una cifra muy cercana al 100% originado por el país.

En términos de evaluar la contribución al calentamiento global, se analiza la evolución de las emisiones en "CO₂ equivalentes" (unidad común) de los principales gases de efecto invernadero directos. Las emisiones del sector fueron de 27.069kton CO₂ eq en 1990 y 31.553kton CO₂ eq en 2008, un aumento de 16,6% principalmente como resultado de cambios ocurridos en la población de animales productivos (incrementos de 38,8%, 30,0% y 359,3% en el número de vacunos de carne, ganado lechero y aves; y al mismo tiempo una disminución de 61,3% en la población de ovinos); en el uso de fertilizantes nitrogenados (aumento de 278,4 %) y en el área cultivada con arroz (aumento de 33,5%).

Año	Cantidades emitidas (kton CO ₂ eq)		
	CH ₄	N ₂ O	Total
1990	15.108,12	11.960,70	27.068,82
1991	15.657,23	12.299,79	27.957,02
1992	16.401,82	12.872,06	29.273,88
1993	17.164,51	12.954,79	30.119,30
1994	17.352,79	13.077,86	30.430,65
1995	17.224,82	13.000,96	30.225,78
1996	17.524,23	13.287,67	30.811,91
1997	17.372,72	12.737,36	30.110,08
1998	16.868,36	12.516,32	29.384,68
1999	16.568,24	11.816,60	28.384,85
2000	16.473,10	11.682,74	28.155,84
2001	16.636,69	11.523,93	28.160,62
2002	17.439,90	11.922,86	29.362,75
2003	18.128,66	12.541,07	30.669,73
2004	17.252,02	12.070,17	29.322,19
2005	18.105,72	12.635,99	30.741,71
2006	17.948,87	12.807,93	30.756,80
2007	17.698,03	12.568,76	30.266,80
2008	18.054,43	13.498,75	31.553,17

Figura 13: Evolución de emisiones de GEI en sector Agricultura en período 1990-2008 (kton CO₂ eq.).

Respecto a la contribución de emisiones según las diferentes categorías, han presentado una participación similar en cada año a lo largo de toda la serie temporal. Las emisiones provenientes del manejo del estiércol (categoría 4B) aumentaron 17,7% durante el período 1990-2008, mientras que las correspondientes al cultivo de arroz (categoría 4C) aumentaron un 33,5% para dicho período, debido a un incremento de igual magnitud en el área ocupada por el cultivo (según datos de la DIEA). Por su parte, las emisiones provenientes de la Quema prescrita de sabanas (4E) permanecieron constantes a lo largo del tiempo mientras que las emisiones de la Quema en el campo

de residuos agrícolas (4F) decreció más del 66% desde 1990. Las categorías 4A Fermentación entérica y 4D Suelos agrícolas se detallan a continuación, por su importancia dentro del sector.

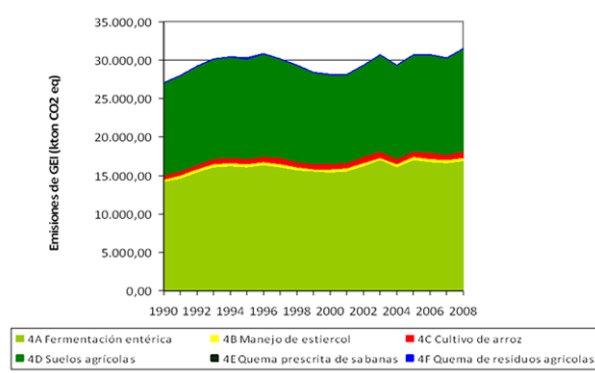


Figura 14: Evolución de emisiones de GEI para el período 1990-2008, sector Agricultura (kton CO₂ eq).

4A Fermentación entérica

Toda la serie temporal fue recalculada utilizando los nuevos factores de emisión, resultando en incrementos de emisiones de metano de 27% y 38% para las categorías de ganado lechero y no lechero respectivamente en el período 1990-2008. Las emisiones en 2004 fueron de 770kton de CH₄, la mayoría de las cuales (92,6%) correspondieron al ganado vacuno. La siguiente figura muestra la evolución en el tiempo de las emisiones de metano por fermentación entérica.

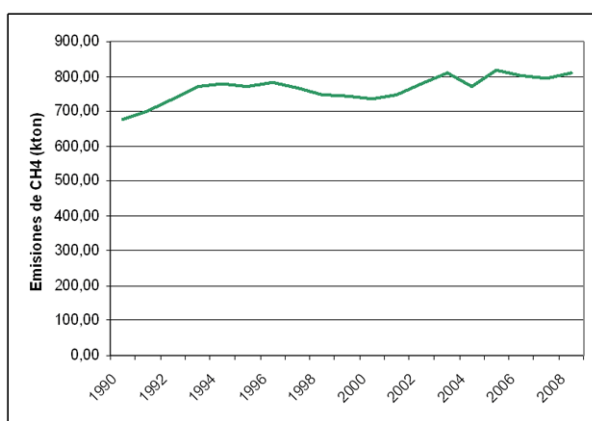


Figura 15: Evolución de emisiones de metano por fermentación entérica, período 1990-2008.

4D Suelos agrícolas

Toda la serie temporal fue recalculada utilizando los nuevos factores de emisión. La evolución en el tiempo de las emisiones de óxido nitroso desde los suelos se presenta en la figura siguiente. El fraccionamiento de estas emisiones entre las tres fuentes en el período analizado es similar al presentado en el año 2004. Las emisiones de esta categoría aumentaron en 12,6% durante el período 1990-2008. Los datos de utilización de fertilizantes fueron ob-

tenidos a partir de estadísticas de la Dirección de Suelos y Fertilizantes del MGAP y de estadísticas de FAO.

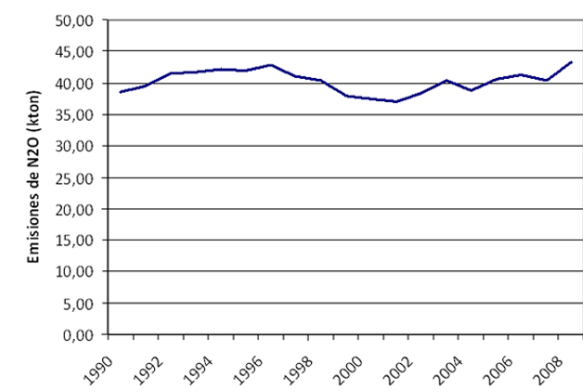


Figura 16: Evolución de emisiones de óxido nitroso desde suelos agrícolas, período 1990-2008.

A.4 CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (CUTS)

Al igual que para el sector Agricultura, y en razón de la importancia del sector CUTS para Uruguay, se ha realizado un importante esfuerzo para mejorar la calidad de las estimaciones de emisiones y remociones de CO₂ en el mismo, así como una mayor cobertura temporal, reportándose aquí la información correspondiente al período 1990-2008.

Uruguay ha comenzado a dar pasos tendientes a cumplir con los objetivos de acuerdo a las Guías de Buenas Prácticas para UTCUTS del IPCC (2003), y en este informe se incluye una representación del uso del suelo con cobertura de un total de 164.000 km², representando aproximadamente 92% de la superficie territorial del país. En esta primera instancia, solamente se representaron las áreas bajo bosques, tierras cultivadas y pastizales, esperándose desarrollar en el futuro la información para lograr una cobertura completa del territorio y de las categorías de uso del suelo. Como parte del esfuerzo, se ha estimado el uso del suelo para cada una de las tres categorías informadas aquí para la totalidad de la serie temporal 1990-2008.

Año	Emisiones Netas CO ₂ (kton)		
	Cambios de biomasa de bosques	Suelos	Total
1990	-2.097,45	-797,70	-2.895,15
1991	-2.221,31	-977,63	-3.198,94
1992	-2.518,18	294,38	-2.223,80
1993	-2.785,39	-348,62	-3.134,01
1994	-3.711,80	-209,70	-3.921,50
1995	-4.573,26	-799,50	-5.372,75
1996	-5.376,78	853,12	-4.523,66
1997	-6.181,08	-2.672,25	-8.853,34
1998	-7.592,51	-1.820,94	-9.413,46
1999	-8.740,85	-2.219,20	-10.960,05
2000	-9.544,82	2.630,16	-6.914,67
2001	-10.055,24	-4.000,56	-14.055,80
2002	-10.719,25	450,31	-10.268,93
2003	-11.042,90	335,64	-10.707,27
2004	-10.206,68	-142,14	-10.348,83
2005	-10.683,01	-1.306,62	-11.989,63
2006	-11.676,34	-53,77	-11.730,11
2007	-12.440,06	601,04	-11.839,02
2008	-12.010,29	1.038,40	-10.971,89
Variación 1994-1990			-35,5%
Variación 1998-1994			-140,0%
Variación 2000-1998			26,5%
Variación 2002-2000			-48,5%
Variación 2004-2002			-23,8%
Variación 2004-1990			-257,5%
Variación 2008-1990			-279,0%

Figura 17: Evolución de emisiones (valores positivos) y remociones (valores negativos) de CO₂ en el sector CUTS, período 1990-2008

El nivel de remoción de dióxido de carbono aumentó 279% durante el período 1990-2008, habiendo pasado de 2.895kton de CO₂ en el año 1990 a 10.972kton de CO₂ en 2008. Dicho aumento se debió principalmente a la expansión de las áreas de bosque, básicamente con plantaciones de los géneros *Eucalyptus* y *Pinus*, y al crecimiento de la totalidad de bosques. La siguiente figura muestra la evolución temporal de las remociones en el sector CUTS para los dos reservorios de carbono evaluados (biomasa leñosa y carbono orgánico en los suelos).

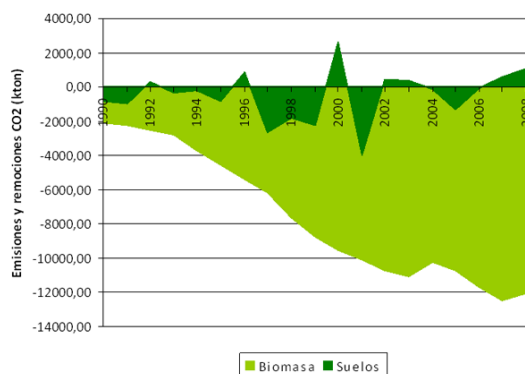


Figura 18: Evolución de emisiones (valores positivos) y remociones (valores negativos) de CO₂ en el sector CUTS, período 1990-2008.

A continuación se presentan unas figuras que muestran la evolución del uso de la tierra a nivel de categorías principales y subcategorías, basadas en estadísticas de DIEA y juicio experto del equipo compilador del inventario.

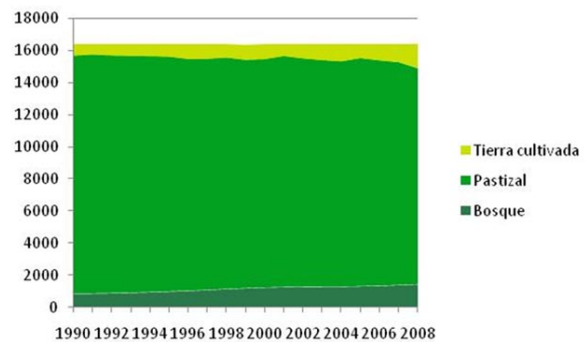


Figura 19: Evolución del uso de la tierra en Uruguay, período 1990-2008 (miles de ha).

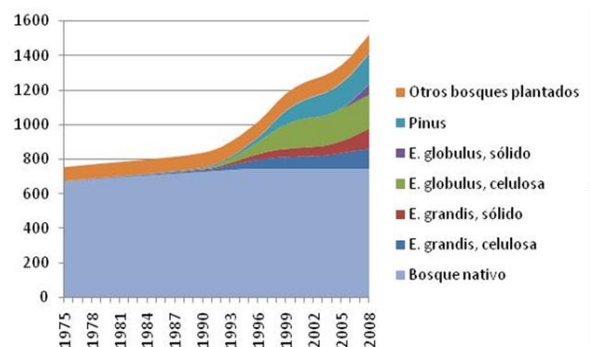


Figura 20: Evolución del área ocupada por tipo de bosques en Uruguay, período 1975-2008 (miles de ha)

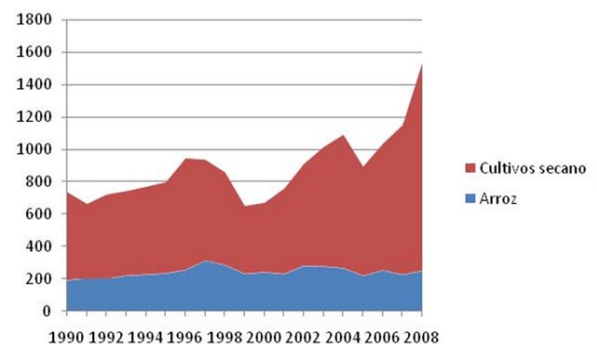


Figura 21: Evolución del área ocupada por las subcategorías de tierras cultivadas (sistemas de producción de arroz y sistemas de cultivos de secano) en Uruguay, período 1990-2008 (miles ha). Las áreas de ambos sistemas incluyen a las pasturas sembradas en rotación con los cultivos.

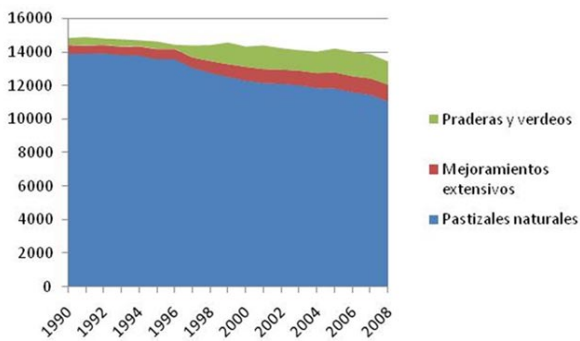


Figura 22: Evolución del área ocupada por las subcategorías de pastizales en Uruguay, período 1990-2008 (miles ha).

5A Cambios en la biomasa leñosa en bosques y otros usos del suelo

La evolución en el tiempo durante el período 1990-2008 de los valores estimados de remociones por crecimiento de bosques (en volumen y área) y de pérdidas de carbono por cosecha de madera se presentan en las siguientes figuras.

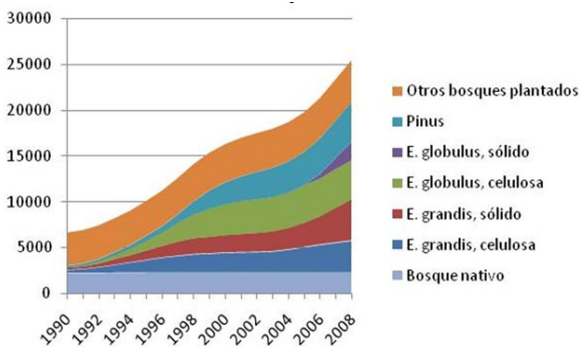


Figura 23: Incremento anual bruto en el stock de carbono (biomasa y materia orgánica muerta) en bosques de Uruguay en el período 1990-2008 (kton CO₂).

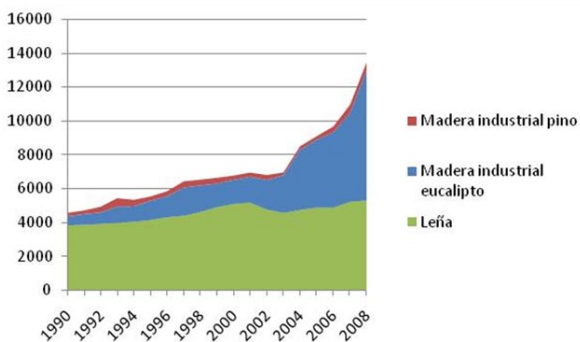


Figura 24: Pérdida anual bruta en el stock de carbono (biomasa y materia orgánica muerta) en bosques de Uruguay por cosecha de madera en el período 1990-2008 (kton CO₂).

No se estimaron emisiones por quema de biomasa asociadas a incendios forestales debido a falta de información estadística. Los incendios forestales ocurren esporádicamente, principalmente en zonas costeras durante los meses de verano, ocasionados por la actividad turística. En general las áreas afectadas son de reducida extensión, y consecuentemente las emisiones serían de escasa significación.

5D Emisiones y remociones de CO₂ desde o en los suelos

Durante el período 1990-2008, según el método aplicado y los supuestos efectuados, se alternaron años con remociones netas con otros con emisiones netas de CO₂ desde los suelos (ver figura). La serie temporal muestra inconsistencias importantes que revelan un alto grado de incertidumbre de las estimaciones, seguramente producto de la utilización de un enfoque tipo I para la representación de los usos del suelo. La línea negra en la figura muestra las medias móviles en períodos de 5 años, la cual sugiere que hubo un período aproximadamente entre 1995 y 2005 donde ocurrieron remociones netas, y otros períodos con balance aproximadamente neutro.

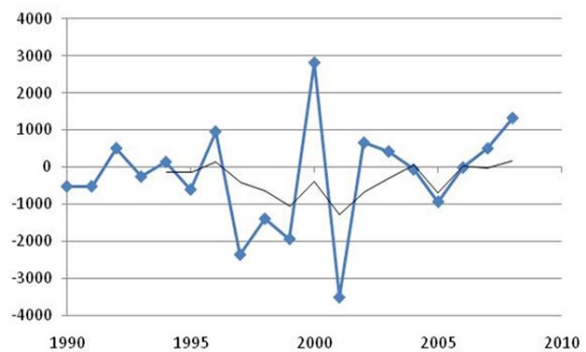


Figura 25: Evolución de los cambios en el stock de carbono de los suelos de Uruguay bajo bosques, pastizales y tierras cultivadas (kton CO₂). Los valores negativos indican remociones y los positivos emisiones.

A.5 DESPERDICIOS

El sector Desperdicios comprende la estimación de emisiones de metano y de óxido nítrico. Las primeras son originadas en los procesos anaerobios de descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos (RSU), en las aguas residuales domésticas y comerciales (ARDC) y en las aguas residuales industriales (ARI). Por su parte, las emisiones de óxido nítrico se generan en los procesos de nitrificación y desnitrificación del nitrógeno del excremento humano, que ocurren cuando éste se descarga en cursos de agua (ríos, estuarios) o cuando es procesado en fosas sépticas o sistemas de tratamiento de aguas servidas. A continuación se presenta la evolución de las emisiones de CH₄ y N₂O del sector.

Año	Cantidades emitidas (kton de masa total de gas)				
	CH ₄				N ₂ O
	RSU	ARI	ARDC	Total	Excremento humano
1990	47,42	3,41	1,00	51,82	0,22
1994	48,65	8,07	1,41	58,13	0,22
1998	49,94	8,62	1,58	60,13	0,22
2000	50,62	12,70	1,13	64,45	0,23
2002	52,86	9,94	0,71	63,51	0,23
2004	53,91	9,74	0,77	64,42	0,25
Variación 1994-1990	2,6%	137,0%	41,6%	12,2%	0,4%
Variación 1998-1994	2,7%	6,7%	11,9%	3,4%	3,4%
Variación 2000-1998	1,4%	47,4%	-28,5%	7,2%	3,6%
Variación 2002-2000	4,4%	-21,8%	-36,9%	-1,5%	-0,4%
Variación 2004-2002	2,0%	-2,0%	8,3%	1,4%	9,7%
Variación 2004-1990	13,7%	185,9%	-22,5%	24,3%	17,5%

Figura 26: Evolución de emisiones de GEI en sector Desperdicios, en período 1990-2004 (kton de gas)

Para todos los años inventariados, la participación del sector desperdicios en las emisiones totales de CH₄ y N₂O fue relativamente baja, con porcentajes cercanos a 7% en las emisiones de metano y < 1% en las emisiones de óxido nitroso. En términos de evaluar la contribución al calentamiento global, se analiza la evolución de las emisiones en "CO₂ equivalentes" (unidad común). De esta manera, las emisiones del sector fueron de 1.155kton de CO₂ eq en 1990 y 1.432kton CO₂ eq en 2004, un aumento que representó un 24% para dicho período.

Año	Cantidades emitidas (kton CO ₂ eq)		
	CH ₄	N ₂ O	Total
1990	1.088,30	67,18	1.155,47
1994	1.220,73	67,43	1.288,16
1998	1.262,76	69,69	1.332,45
2000	1.353,38	72,23	1.425,61
2002	1.333,64	71,95	1.405,59
2004	1.352,85	78,90	1.431,75

Figura 27: Evolución de emisiones de GEI en sector Desperdicios, en período 1990-2004 (kton CO₂ eq)

Respecto a la contribución de emisiones por categorías, para el metano las emisiones correspondientes a residuos sólidos urbanos crecieron un 14% en el período 1990-2004, para las relativas a los tratamientos anaeróbicos de aguas residuales industriales las mismas crecieron en mayor proporción, 186%. Sin embargo, las emisiones debidas a los tratamientos de aguas residuales domésticas y comerciales, disminuyeron un 22,5%. Como resultado global, las emisiones totales de metano para el sector desperdicios presentaron un aumento neto de 24,3% entre 2004 y el año base.

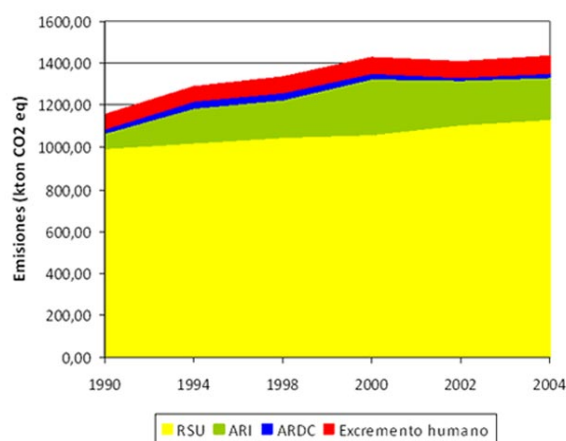


Figura 28: Evolución de emisiones de GEI para el período 1990-2004, sector Desperdicios (kton CO₂ eq)

6A Disposición de residuos sólidos

Para la estimación de las emisiones de metano generadas a partir de la descomposición de los residuos sólidos urbanos se tomaron en cuenta las siguientes variables: población, tasa de generación de residuos por habitante y fracción de los residuos que son dispuestos en vertederos. Éstas permiten calcular el volumen de residuos sólidos urbanos eliminados en vertederos.

La variable que sufrió modificaciones afectando el cálculo de las emisiones de los Inventarios realizados hasta la fecha, fue la cifra de población. Por lo expuesto, en función de las tasas de crecimiento anual de la población, se verificó un crecimiento de 2,6% en las emisiones de metano para los años 1994 y 1998 respecto a los años 1990 y 1994, respectivamente. En el año 2002, la tasa de crecimiento de la población se vio afectada por la crisis económica, la cual provocó la emigración de parte de la población nacional. Como resultado, las emisiones de metano de los residuos sólidos urbanos en el año 2000, aumenta-

ron apenas 1,4% respecto a las del año 1998. Posteriormente, en el año 2002, acorde a las estimaciones del Instituto Nacional de Estadística ("Población urbana de ambos sexos proyectada según departamento de residencia habitual", para el período 1996-2025), se verificó un incremento de 4,4% en las emisiones de dicho año respecto a las del año 2000. Para el año 2004, las emisiones aumentaron 2% respecto al año 2002 y 13,7% respecto al año 1990, debido a los motivos mencionados.

6B1 Tratamiento de aguas residuales industriales

Las emisiones de metano provenientes de la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas residuales industriales en el año 1994 superaron notoriamente a las correspondientes de 1990, resultando en 137% veces mayor que la de este año. En el año 1998 aumentaron apenas un 7% respecto al año 1994 y en el año 2000 presentaron un crecimiento de 47% respecto a 1998. Por su parte, en el año 2002, se verificó una disminución de casi 22% de las emisiones respecto al año 2000 y hacia el año 2004 las emisiones de metano disminuyeron tan solo 2% respecto a 2002. Para el período 1990-2004, las emisiones de metano procedentes del tratamiento de aguas residuales industriales presentaron un aumento global de 186%.

La variación de las emisiones de metano provenientes de las aguas residuales industriales fue función del tipo de industria. Así, las industrias cárnicas y textiles (lavaderos de lana), que representaron el 52,4% y 18,6% de las emisiones de esta categoría en el año 2004, sufrieron reducciones de 9,3% y 26,3% en sus emisiones en el año 2004 respecto al año 2002. Esta disminución se debió principalmente a la disminución de la actividad industrial en los ramos precedentes, así como también a la sustitución de los tratamientos anaerobios por otro tipo de tratamientos de las aguas residuales industriales. En contraposición, las industrias lácteas, que representaron el 14,2% de las emisiones de esta categoría en el año 2004, mostraron un aumento de 34,3% en sus emisiones, en el año 2002 respecto al año 2000 y de tan solo 1% entre 2002 y 2004.

Dentro de la categoría "otras industrias" se incluye avícolas, chacinerías, procesadoras de pescado y sus derivados, productoras de materias primas para la industria farmacéutica y productoras de frutas y verduras. Estas últimas, han presentado un crecimiento en la producción, contribuyendo con el 10,9% de las emisiones de metano procedentes del tratamiento de aguas residuales industriales en 2004.

6B2 Tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales

Las emisiones de metano provenientes de la descomposición de materia orgánica presente en las Aguas residuales domésticas y comerciales (ARDC), sufrieron un crecimiento del 41,6% en las emisiones del año 1994 con respecto a las del 1990 y del 12% en las emisiones del año 1998 con respecto a las del 1994. Posteriormente, en el año 2000 se verificó una disminución de 28,5% respecto al año 1998 y en el año 2002, las emisiones se redujeron un 37% respecto al año 2000. Esto fue el resultado de la sustitución de tratamientos anaerobios de la Administración Nacional de Obras Sanitarias del Estado (OSE) por otro tipo de tratamientos, en diversas ciudades del país. Sin embargo, en el año 2004, las emisiones volvieron a aumentar un 8,3% resultando en una disminución neta de 22,5% en el período 2004-1990.

6D Otros (Excremento humano)

La estimación de las emisiones de óxido nitroso generadas en los procesos de nitrificación y desnitrificación del excremento humano cuando se descarga en cursos de agua o cuando es procesado en fosas sépticas o sistemas de tratamiento de aguas servidas, se realiza en función de las siguientes variables: i) consumo medio anual per cápita de proteína y ii) población. La primera se ha mantenido constante en los inventarios elaborados hasta el 2002, sobre la base del diagnóstico sectorial de alimentación, realizado en el año 1994, como parte del Programa de Inversión Social por la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Para la elaboración del INGEI 2004, se realizó una

Año	Cantidades emitidas de CH ₄ (kton)					Total
	Frigoríficos	Textiles	Lácteas	Curtiembres	Otros	
1990	1,39	1,62	0,27	0,04	0,09	3,41
1994	4,49	2,64	0,60	0,02	0,32	8,07
1998	5,29	2,11	0,79	0,01	0,42	8,62
2000	7,63	2,66	1,02	1,02	0,36	12,70
2002	5,63	2,46	1,37	0,07	0,41	9,94
2004	5,10	1,81	1,39	0,09	1,35	9,74

Figura 29: Variación de las emisiones de CH₄ procedentes del tratamiento de las ARI por ramo industrial, 1990-2004

actualización a partir de información obtenida de la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), de consumo de proteína per cápita para Uruguay en el año 2003.

Por su parte, la variación en la cifra de población se recogió de las estimaciones del Instituto Nacional de Estadística ("Población total de ambos sexos proyectada según departamento de residencia habitual", para el período 1996-2025). En función de estas variables, los incrementos en las emisiones de óxido nitroso fueron de: 0,4% en el período 1990-1994; 3,4% en el período 1994-1998 y 3,6% en el período 1998-2000.

En el año 2002, las emisiones se mantuvieron prácticamente constantes respecto al año 2000, debido al pequeño incremento de la población total del país y para el año 2004 volvieron a incrementarse en 9,7% respecto a 2002. Como resultado global para el período 1990-2004 se estimó un aumento en las emisiones de óxido nitroso a partir del excremento humano de 17,5%.