

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
INIA



GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE



INFORME FINAL



Complementos y actualización del inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para Chile en los sectores de agricultura, uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, y residuos antrópicos

**Proyecto PNUD 43740
Contrato SCT/2009/18**

- Febrero 2010 -

INDICE DE CONTENIDOS

Actualización de inventarios de gases de efecto invernadero: serie temporal 1984/2007.....	13
1. PRESENTACIÓN	13
2. EQUIPO DE TRABAJO.....	15
3. OBJETIVOS	17
3.1. Objetivos generales	17
3.2. Objetivos específicos	17
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	20
4.1. Generalidades.....	20
4.2. Etapa 1. Elaboración de los inventarios nacionales de gases invernadero.....	20
4.2.1. Bases metodológicas.....	20
4.2.2. Definición de categorías claves y subcategorías significativas.....	21
4.2.3. Desagregación del territorio nacional.....	21
4.2.4. Actualizaciones respecto de serie anterior	21
4.2.5. Destinos finales de biomasa (balances de masa)	22
4.3. Etapa 2. Diseño de estructura administrativa para recolectar, producir y manejar información para la preparación continua de INGEI	22
4.4. Etapa 3. Procedimientos para manejar la incertidumbre en los datos del inventario y los cálculos de emisiones de GEI.....	23
4.5. Etapa 4. Difusión.....	23
4.5.1. Respecto al documento de difusión	23
5. ELABORACIÓN DE LOS INVENTARIOS GEI, SERIE TEMPORAL 1984/2007	25
5.1. Introducción	25
5.2. Actividades previas	26
5.2.1. Definición de categorías claves	26
5.2.2. Determinación de subcategorías significativas	28
5.2.3. Otras actividades previas	31
5.3. Elaboración del inventario	63
6. RESULTADOS OBTENIDOS.....	139
6.1. Factores de conversión del sector no energía para los GEI	139
6.2. Emisiones de CO ₂ -e, total país.....	139
6.3. Sector Agricultura	142
6.3.1. Emisiones totales del sector.....	142
6.3.2. Fermentación entérica.....	144
6.3.3. Manejo del estiércol	146
6.3.4. Suelos agrícolas	148
6.3.5. Cultivación de arroz y quema de residuos agrícolas.....	149
6.4. Sector uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura (LULUCF)	150
6.4.1. Emisiones totales del sector.....	150
6.4.2. Emisiones/capturas del sector LULUCF, por categoría	151

6.4.3.	Emisiones del sector LULUCF por sus principales subcategorías	153
6.4.4.	Principales cambios en el uso del suelo.....	158
6.5.	Sector Residuos antrópicos	162
6.5.1.	Residuos sólidos urbanos	162
6.5.2.	Residuos líquidos, incineración de residuos hospitalarios y emisiones de óxido nítrico por excretas humanas.....	163
7.	GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE.....	165
7.1.	Introducción	165
7.2.	Conceptos principales y terminología.....	165
7.3.	Bases conceptuales del análisis de incertidumbre	166
7.3.1.	Requerimientos para el análisis de la incertidumbre de los inventarios	166
7.3.2.	Procedimientos y parámetros estadísticos específicos para determinar la incertidumbre.....	166
7.4.	Evaluación, registro y propagación de incertidumbres en los inventarios	167
7.4.1.	Determinación y registro de incertidumbres en los datos de entrada.....	167
7.4.2.	El dictamen de expertos.....	168
7.4.3.	Causas de la incertidumbre.....	168
7.5.	Cuantificación de la incertidumbre.....	169
7.5.1.	Identificación de la incertidumbre.....	169
7.5.2.	Comparación entre niveles y elección del método	170
7.6.	Alcances en la determinación de incertidumbre, inventario GEI, total país.....	171
7.7.	Estimación de la incertidumbre para el INGEI serie temporal 1994/2007	174
7.8.	Propuesta para incorporación de incertidumbre en los INGEI	176
7.8.1.	Incertidumbre asociada a datos de actividad	176
7.8.2.	Incertidumbre asociada a factores de emisión	176
7.8.3.	Incertidumbre asociada a los inventarios	176
8.	ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA PARA ACTUALIZACIÓN CONTINUA DE LOS INGEI .	178
8.1.	Propósito de la actualización periódica de los INGEIs	178
8.2.	Objetivos asignables al Sistema Nacional	178
8.2.1.	Objetivo general	178
8.3.	Requerimientos jurídicos	179
8.4.	Algunos elementos básicos del SINAC	180
8.4.1.	Entidad rectora del SINAC	180
8.4.2.	Unidad elaboradora de los inventarios.....	180
8.4.3.	Entidades componentes.....	181
8.4.4.	Conformación de Comité Directivo	182
8.5.	Recursos humanos y presupuesto para el SINAC	182
8.5.1.	Recursos humanos.....	182
8.5.2.	Presupuesto.....	183
9.	CONCLUSIONES.....	185
9.1.	Datos de actividad paramétricos.....	185
9.2.	Sector 4: Agricultura	186
9.2.1.	Aspectos metodológicos	186
9.2.2.	Resultados	187

9.3.	Sector 5: Uso de los suelos, cambio de uso de los suelos y silvicultura (LULUCF)	188
9.3.1.	Aspectos metodológicos	188
9.3.2.	Resultados	189
9.4.	Sector 6: Residuos antrópicos	190
9.4.1.	Aspectos metodológicos	190
9.4.2.	Resultados	191

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 5.1.	Determinación de categorías principales de fuentes	27
Cuadro 5.2.	Estimación de la significancia de las especies animales	28
Cuadro 5.3.	Estimación de significancia de las fuentes de N	29
Cuadro 5.4.	Estimación de significancia de las fuentes de CO ₂ -e	29
Cuadro 5.5.	Estimación de significancia de la cosecha de trozas forestales, por especie	30
Cuadro 5.6.	Balance de masa de quema de residuos de podas de árboles frutales	35
Cuadro 5.7.	Residuos de árboles frutales, viñas y parronales (Gg ms/año) usados para leña, por región	36
Cuadro 5.8.	Balance de masa para otras especies en Manejo del estiércol	38
Cuadro 5.9.	Diagrama de flujo de β en plantaciones de árboles forestales	40
Cuadro 5.10.	Diagrama de flujo de β en bosque nativo manejado	41
Cuadro 5.11.	Diagrama de flujo de β en incendios forestales de plantaciones forestales	42
Cuadro 5.12.	Diagrama de flujo de β en incendios forestales de vegetación natural	43
Cuadro 5.13.	Diagrama de flujo de β en bosque nativo sometido a conversión, por habilitación	44
Cuadro 5.14.	Diagrama de flujo de β en bosque nativo sometido a conversión, por sustitución	45
Cuadro 5.15.	Desagregación del ganado bovino	46
Cuadro 5.16.	Desagregación de vacas, en lecheras y no-lecheras	47
Cuadro 5.17.	Desagregación del ganado porcino	47
Cuadro 5.18.	Supuestos utilizados para el ganado bovino	48
Cuadro 5.19.	Producción de leche por vacas en pastoreo	48
Cuadro 5.20.	Determinación de la Energía Bruta en el ganado bovino-lechero y no-lechero por pastoreo directo, "Fermentación entérica"	49
Cuadro 5.21.	Producción de Leche, por vacas en confinamiento	50
Cuadro 5.22.	Determinación de la energía bruta en el ganado bovino-lechero y no-lechero para sistemas confinados, "Fermentación entérica"	51
Cuadro 5.23.	Manejo del estiércol de bovino en pastoreo, región templada (regiones administrativas XV a VII)	52
Cuadro 5.24.	Manejo del estiércol bovino en pastoreo, región templada y fría (regiones administrativas VIII-XII)	53
Cuadro 5.25.	Manejo del estiércol bovino en confinamiento, región templada y fría (regiones administrativas XIII-X)	53
Cuadro 5.26.	Ganado porcino confinado (sistema líquido de manejo del estiércol)	53
Cuadro 5.27.	Factor de desagregación por región, VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal 2007	54
Cuadro 5.28.	Factor de desagregación de ganado porcino por macrorregión	54
Cuadro 5.29.	Factor de desagregación aves de corral	55

Cuadro 5.30.	Desagregación regional (%) de superficie de cultivos anuales, XV y I regiones	56
Cuadro 5.31.	Desagregación regional (%) de superficie de cultivos anuales, XIV y X regiones ...	56
Cuadro 5.32.	Desagregación regional (%) de superficie de plantaciones frutales, XV y I regiones	57
Cuadro 5.33.	Desagregación regional (%) de superficie de plantaciones frutales, XIV y X	57
Cuadro 5.34.	Desagregación regional (%) de superficie de cultivos fijadores de nitrógeno, XV y I regiones.....	57
Cuadro 5.35.	Desagregación regional (%) de superficie de cultivos fijadores de nitrógeno, XV y I regiones.....	57
Cuadro 5.36.	Desagregación regional (%) de la superficie de hortalizas, XV y I regiones	58
Cuadro 5.37.	Desagregación regional (%) de la superficie (ha) de hortalizas, XIV y X regiones ..	58
Cuadro 5.38.	Incorporación de regiones XV y XIV, RSU.....	59
Cuadro 5.39.	Incorporación de regiones XV y XIV, factor de aguas servidas tratadas.....	59
Cuadro 5.40.	Incorporación de regiones XV y XIV, caudal y DBO, RILes.....	59
Cuadro 5.41.	Incorporación de regiones XV-I y XIV-X, residuos hospitalarios.....	60
Cuadro 5.42.	Incorporación de la Región XIV, superficie forestal (ha).....	60
Cuadro 5.43.	Incorporación de la Región XIV, superficie de renovales (ha).....	61
Cuadro 5.44.	Participación regional del consumo de leña y derivados, incluidas regiones XV y XIV	61
Cuadro 5.45.	Incorporación de la Región XIV, trozas de pino (m ³)	61
Cuadro 5.47.	Incorporación de la Región XIV, trozas de bosque nativo (m ³)	62
Cuadro 5.48.	Incorporación de la Región XIV, trozas de bosque exótico (m ³)	62
Cuadro 5.49.	Incorporación de la Región XIV, consumo de Cal (ha)	62
Cuadro 5.50.	Incorporación de la XIV Región. Incendios en plantaciones forestales y vegetación natural (ha).....	63
Cuadro 5.51.	Tabla resumen de nivel de trabajo (nivel 1 ó 2)	63
Cuadro 5.52.	Datos de actividad población animal, total país, años 2003/2007.....	65
Cuadro 5.53.	Superficie promedio total cosechada arroz (Kha)	68
Cuadro 5.54.	Consumo de fertilizantes nitrogenados sintéticos (toneladas) a nivel país.....	68
Cuadro 5.55.	Superficie total sembrada o plantada (ha) por grupo de cultivos, según región, año 2007	69
Cuadro 5.56.	Cultivos fijadores de nitrógeno (ha/año), total país.....	69
Cuadro 5.57.	Superficie de cultivos anuales (ha) a nivel país	70
Cuadro 5.58.	Superficie de hortalizas (ha) a nivel país.....	71
Cuadro 5.59.	Superficie de frutales (ha) a nivel país	71
Cuadro 5.60.	Caracterización de sistemas lecheros en Chile, por región.....	72
Cuadro 5.61.	Factor de emisión de metano para ganado bovino por región y por especie	72
Cuadro 5.62.	Manejo del estiércol bovino, pastoreo región templada (I-VII + XV)	73
Cuadro 5.63.	Manejo del estiércol bovino, pastoreo región templada y fría (VIII-XII).....	73
Cuadro 5.64.	Manejo del estiércol bovino confinado, región templada y fría (XIII-X)	73
Cuadro 5.65.	Emisión de nitrógeno excretado y factor de emisión de metano, ganado porcino .. en confinamientos, sistemas líquidos.....	74
Cuadro 5.66.	Fracción de N por sistema de manejo de estiércol.....	74
Cuadro 5.67.	Manejo de estiércol para el ganado bovino lechero por región	74
Cuadro 5.68.	Valores por defecto, N excretado.....	75
Cuadro 5.69.	Valores por defecto, factor de emisión FE ₃	75
Cuadro 5.70.	Factores de emisión, "Cultivación del arroz"	75

Cuadro 5.71.	Valores por defecto, nitrógeno del estiércol utilizado como fertilizante	76
Cuadro 5.72.	Estimación consumo fertilizantes nitrogenados con ajuste por volatilización	
	(Kg/ha), promedio 3 años.....	76
Cuadro 5.73.	Fracción de leguminosa, según cultivo	77
Cuadro 5.74.	Tasa de fijación simbiótica de diversas especies leguminosas.....	77
Cuadro 5.75.	Fijación simbiótica (Kg N/año), promedio 3 años.....	78
Cuadro 5.76.	Factores de emisión por defecto para la realización de los cálculos de quema de ...	
	residuos agrícolas	78
Cuadro 5.77.	Categorías y subcategorías LULUCF.....	80
Cuadro 5.78.	Uso de suelo (ha) por tipo de uso, serie temporal 1984/1995 (ej. 1984, 1990 y	
	1995)	83
Cuadro 5.79.	Uso de suelo (ha) por tipo de uso, serie temporal 1996/2007 (ej. 1996, 2000 y	
	2007)	83
Cuadro 5.80.	Cambio en el uso de suelo (ha) VIII Región, período 1998/2008	84
Cuadro 5.81.	Adaptación del cuadro cambio en el uso de suelo (ha) VIII Región, período	
	1998/2008	85
Cuadro 5.82.	Situación de la información procedente de "Actualización Catastro de Uso del	
	Suelo y Vegetación", por región administrativa	85
Cuadro 5.83.	Cambio de uso del suelo (ha) en la VIII Región, período anual 2003/2004	85
Cuadro 5.84.	Superficie (ha) ingresada a suelos forestales nativos proveniente de otros usos de	
	suelos: VIII Región.....	86
Cuadro 5.85.	Superficie (ha) ingresada a plantaciones forestales proveniente de otros usos de ..	
	suelos: VIII Región.....	86
Cuadro 5.86.	Superficie (ha) ingresada a praderas y matorrales, provenientes de otros usos de .	
	suelos: VIII Región.....	86
Cuadro 5.87.	Superficie (ha) ingresada a suelos agrícolas proveniente de otros usos de suelos: ..	
	VIII Región	87
Cuadro 5.88.	Superficie (ha) ingresada a suelos urbanos proveniente de otros usos de suelos: ...	
	VIII Región	87
Cuadro 5.89.	Superficie (ha) ingresada a humedales proveniente de otros usos de suelos: VIII ...	
	Región	87
Cuadro 5.90.	Superficie (ha) ingresada a suelos desnudos proveniente de otros usos de suelos: .	
	VIII Región	88
Cuadro 5.91.	Superficie de plantaciones forestales (ha), por especie, total país	88
Cuadro 5.92.	Superficie total de bosque nativo manejado (ha), por región administrativa	89
Cuadro 5.93.	Consumo de leña (m ³), total país	89
Cuadro 5.94.	Consumo de leña (m ³), por región administrativa.....	89
Cuadro 5.95.	Cosecha nacional de trozas industriales (m ³), por especie	90
Cuadro 5.96.	Consumo de trozas industriales (m ³) de pino insigne, por región administrativa .	90
Cuadro 5.97.	Consumo de trozas industriales (m ³) de eucalipto, por región administrativa.....	90
Cuadro 5.98.	Consumo de trozas industriales (m ³) de especies nativas, por región administrativa	
	91
Cuadro 5.99.	Consumo de trozas industriales (m ³) de otras especies exóticas, por región	
	administrativa.....	91
Cuadro 5.100.	Superficie de pino insigne (ha) cosechado para trozas industriales.....	92
Cuadro 5.101.	Superficie de eucalipto (ha) cosechado para trozas industriales	92
Cuadro 5.102.	Superficie de especies nativas (ha) cosechadas para trozas industriales	92

Cuadro 5.103.	Superficie de plantaciones forestales (ha) afectadas por incendios forestales, por región administrativa.....	93
Cuadro 5.104.	Superficie de vegetación natural (ha) afectadas por incendios forestales, por región administrativa.....	93
Cuadro 5.105.	Superficie de bosque nativo (ha) afectado por incendios forestales, por región administrativa.....	93
Cuadro 5.106.	Superficie renovales de bosque nativo (ha), por región administrativa.....	94
Cuadro 5.107.	Substitución: bosque nativo (ha) que pasa a plantación forestal, por región administrativa.....	94
Cuadro 5.108.	Restitución: suelo de plantaciones forestales (ha) que pasa a bosque nativo, por región administrativa.....	95
Cuadro 5.109.	Abandono: praderas y matorrales (ha) que pasan a suelos forestales, por región administrativa.....	95
Cuadro 5.110.	Abandono: suelos agrícolas (ha) que pasan a suelos forestales, por región administrativa.....	96
Cuadro 5.111.	Abandono: suelos urbanos (ha) que pasan a suelos forestales, por región administrativa.....	96
Cuadro 5.112.	Abandono: humedales (ha) que pasan a suelos forestales, por región administrativa.....	96
Cuadro 5.113.	Abandono: suelos desnudos (ha) que pasan a suelos forestales, por región administrativa.....	96
Cuadro 5.114.	Forestación: praderas y matorrales (ha) que pasan a plantaciones forestales, por región administrativa.....	97
Cuadro 5.115.	Forestación: suelos agrícolas (ha) que pasan a plantaciones forestales, por región administrativa.....	97
Cuadro 5.116.	Forestación: suelos urbanos (ha) que pasan a plantaciones forestales, por región administrativa.....	97
Cuadro 5.117.	Forestación: humedales (ha) que pasan a plantaciones forestales, por región administrativa.....	98
Cuadro 5.118.	Forestación: suelos desnudos (ha) que pasan a plantaciones forestales, por región administrativa.....	98
Cuadro 5.119.	Superficie de praderas y matorrales (ha) afectadas por incendios forestales, por región administrativa.....	99
Cuadro 5.120.	Habilitación: suelos de bosque nativo (ha) que pasan a praderas y matorrales, por región administrativa.....	99
Cuadro 5.121.	Desplantación: suelos de plantaciones forestales (ha) que pasan a praderas y matorrales, por región administrativa.....	100
Cuadro 5.122.	Regeneración: suelos agrícolas (ha) que pasan a praderas y matorrales, por región administrativa.....	100
Cuadro 5.123.	Regeneración: suelos urbanos (ha) que pasan a praderas y matorrales, por región administrativa.....	100
Cuadro 5.124.	Regeneración: humedales (ha) que pasan a praderas y matorrales, por región administrativa.....	101
Cuadro 5.125.	Regeneración: suelos desnudos (ha) que pasan a praderas y matorrales, por región administrativa.....	101
Cuadro 5.126.	Estimación de la producción de cal (toneladas), total país.....	102
Cuadro 5.127.	Estimación de la producción de cal (toneladas) a nivel regional.....	102

Cuadro 5.128.	Habilitación: suelos de bosque nativo (ha) que pasan a suelos agrícolas, por región administrativa.....	102
Cuadro 5.129.	Desplantación: suelos de plantaciones forestales (ha) que pasan a suelos agrícolas, por región administrativa.....	103
Cuadro 5.130.	Rehabilitación: praderas y matorrales (ha) que pasan a suelos agrícolas, por región administrativa.....	103
Cuadro 5.131.	Rehabilitación: suelos urbanos (ha) que pasan a suelos agrícolas, por región administrativa.....	103
Cuadro 5.132.	Rehabilitación: humedales (ha) que pasan a suelos agrícolas, por región administrativa.....	104
Cuadro 5.133.	Rehabilitación: suelos desnudos (ha) que pasan a suelos agrícolas, por región administrativa.....	104
Cuadro 5.134.	Avance urbano: suelos de bosque nativo (ha) que pasan a suelos urbanos, por región administrativa.....	105
Cuadro 5.135.	Avance urbano: suelos de plantaciones forestales (ha) que pasan a suelos urbanos, por región administrativa.....	105
Cuadro 5.136.	Avance urbano: praderas y matorrales (ha) que pasan a suelos urbanos, por región administrativa.....	105
Cuadro 5.137.	Avance urbano: suelos agrícolas (ha) que pasan a suelos urbanos, por región administrativa.....	105
Cuadro 5.138.	Avance urbano: humedales (ha) que pasan a suelos urbanos, por región administrativa.....	106
Cuadro 5.139.	Avance urbano: suelos desnudos (ha) que pasan a suelos urbanos, por región administrativa.....	106
Cuadro 5.140.	Devegetación: suelos de bosque nativo (ha) que pasan a suelos desnudos, por región administrativa.....	107
Cuadro 5.141.	Devegetación: suelos de plantaciones forestales (ha) que pasan a suelos desnudos, por región administrativa.....	107
Cuadro 5.142.	Devegetación: praderas y matorrales (ha) que pasan a suelos desnudos, por región administrativa.....	107
Cuadro 5.143.	Devegetación: suelos agrícolas (ha) que pasan a suelos desnudos, por región administrativa.....	108
Cuadro 5.144.	Devegetación: suelos urbanos (ha) que pasan a suelos desnudos, por región administrativa.....	108
Cuadro 5.145.	Devegetación; suelos de humedales (ha) que pasan a suelos desnudos, por región administrativa.....	108
Cuadro 5.146.	Densidad de madera (ton ms/ m3) y duración de la rotación forestal.....	109
Cuadro 5.147.	Factor de expansión de biomasa comercial, para árboles forestales.....	109
Cuadro 5.148.	Tasa de crecimiento anual de la biomasa comercial de pino insigne y eucalipto	110
Cuadro 5.149.	Volumen (m ³) y superficie (ha) de bosque nativo, por región administrativa.....	110
Cuadro 5.150.	Tasa de incremento anual de la biomasa aérea comercial (ton ms/ha/año).....	111
Cuadro 5.151.	Biomasa aérea comercial, acumulada a la cosecha (ton ms/ha).....	111
Cuadro 5.152.	Fracción de carbono y relación C/N de la biomasa, factores de residuos de plantaciones forestales y bosque nativo manejado, y factor de oxidación por combustión de la biomasa.....	112
Cuadro 5.153.	Factores de emisión de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, por combustión de biomasa.....	112
Cuadro 5.154.	Tabla resumen de nivel de trabajo (nivel 1 ó 2).....	112

Cuadro 5.155	Datos de actividad de RSU (Gg/año), serie temporal 2001/2007	114
Cuadro 5.156.	Población urbana por región, país y año (miles de personas)	115
Cuadro 5.157.	DBO ₅ población urbana (kg/pers/día).....	116
Cuadro 5.158.	Caudal en alcantarillado de aguas servidas (m ³ /año).....	116
Cuadro 5.159.	Cobertura de tratamiento de aguas servidas (nº de personas)	117
Cuadro 5.160.	Caudal tratado en PTAS m ³ /año, total país.....	117
Cuadro 5.161.	Caudal tratado 1998 m ³ /año.....	118
Cuadro 5.162.	DQO (Gg/año) de lodos industriales tratados.....	118
Cuadro 5.163.	Residuos hospitalarios incinerados en el sector privado y hospitales (ton/año) .	119
Cuadro 5.164.	Actualización de masa de cadáveres y restos humanos incinerados en cementerios (ton/año) años 2003/2007	119
Cuadro 5.165.	Supuestos PICC, categoría RSU.....	120
Cuadro 5.166.	Determinación de metano recuperado por tipo de VRS.....	120
Cuadro 5.167.	Supuestos para la determinación de metano recuperado	120
Cuadro 5.168.	Porcentaje de COD degradable, PICC, 1996	121
Cuadro 5.169.	Composición de RSU, serie temporal (1984/1999)	121
Cuadro 5.170.	Composición de RSU, serie temporal (1984/1999)	122
Cuadro 5.171.	Estimación de parámetros para determinar el COD por región, serie temporal 1984/1999	122
Cuadro 5.172.	Estimación de parámetros para determinar el COD por región, serie temporal 1984/1999	122
Cuadro 5.173.	Ecuación cálculo FCrM por función estipulada en el PICC	123
Cuadro 5.175.	Fracción de RSU por tipo de tratamiento	124
Cuadro 5.176.	Estimación de factor de corrección para metano (FCrM) por región y tipo de disposición final	125
Cuadro 5.177.	Supuestos PICC para tratamientos de aguas servidas 1984/1990	129
Cuadro 5.178.	Supuestos PICC para tratamientos de aguas servidas 1991/2007	129
Cuadro 5.179.	Supuestos PICC, factor de conversión de CH ₄ por tipo de PTAS 1991/2007.....	129
Cuadro 5.180.	Tasa de crecimiento poblacional regional.....	130
Cuadro 5.181.	Ecuación para la estimación de la población total	130
Cuadro 5.181.	Porcentaje de población urbana, población nacional	130
Cuadro 5.183.	Supuestos para estimación de DBO ₅ de la población urbana	130
Cuadro 5.184.	Estimación de DBO ₅ urbana por región/año	131
Cuadro 5.185.	Ecuación caudal de aguas servidas en alcantarillados (miles m ³ /año)	131
Cuadro 5.186.	Supuestos para determinación de caudal de aguas servidas en alcantarillado... 131	
Cuadro 5.187.	Ecuación de estimación de caudal de aguas servidas tratadas (m ³ /año)	131
Cuadro 5.188.	Supuestos para ecuación de estimación de caudal tratado en PTAS	131
Cuadro 5.189.	Fracción de caudal tratado en PTAS	132
Cuadro 5.190.	Estimación de lodos en PTAS.....	132
Cuadro 5.191.	Supuestos para estimación de lodos domésticos.....	133
Cuadro 5.192.	Fracción de lodos tratados por tipo de tratamiento	133
Cuadro 5.193.	Componente orgánico degradable de lodos domésticos	133
Cuadro 5.194.	Supuestos PICC para tratamiento de RILes 1984/1997	134
Cuadro 5.195.	Supuestos PICC para tratamiento de RILes 1998/2007	134
Cuadro 5.196.	Supuestos PICC, para tratamiento de RILes 1998/2007	135
Cuadro 5.197.	Ecuación cálculo de DQO	135
Cuadro 5.198.	Fracción de RILes tratados por región, año 1998	135
Cuadro 5.199.	Fracción de lodos tratados por tipo de tratamiento, año, país.....	136

Cuadro 5.200.	Supuestos de reducción de DQO por sistema de tratamientos de lodos	137
Cuadro 5.201.	Consumo medio anual per capita de proteína	137
Cuadro 5.202.	Supuestos PICC para emisión de óxido nitroso por excretas humanas	137
Cuadro 5.203.	Masa incinerada en cementerios	137
Cuadro 5.204.	Supuestos para determinación de masa incinerada en cementerios.....	138
Cuadro 5.205.	Valores por defecto PICC y empresas privadas, estimación de GEI	138
Cuadro 6.1.	Factores de conversión	139
Cuadro 6.2.	Potenciales de calentamiento global empleados en la transformación a CO ₂ -e .	139
Cuadro 6.3.	Emisiones de CO ₂ -e, total país, serie temporal 1984/2007	140
Cuadro 6.4.	Estimación del consumo nacional de fertilizantes	149
Cuadro 6.5.	Superficie (ha) y emisiones (Gg) de CO ₂ -e producto de incendios	157
Cuadro 7.1.	Ecuación simple para la incertidumbre del producto, expresada en términos	172
	porcentuales.....	
Cuadro 7.2.	Estimación de la incertidumbre para el INGEI serie temporal 1994/2007	175
Cuadro 8.1.	Recursos humanos requeridos por el SINAC.....	183
Cuadro 8.2.	Inversión inicial.....	184
Cuadro 8.3.	Gastos operacionales anuales	184

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1.	Balance de masas de residuos agrícolas, cultivos anuales (trigo, avena, cebada, centeno y triticale), región XV a VII y XI a XII.....	32
Figura 5.2.	Balance de masas de residuos agrícolas, cultivos anuales (trigo, avena, cebada, centeno y triticale), región VIII, IX, XIV y X.....	32
Figura 5.3.	Balance de masas de residuos agrícolas, cultivos anuales (trigo, avena, cebada, centeno y triticale), región I a VII, IX a XII	32
Figura 5.4.	Balance de masas de residuos agrícolas, cultivos anuales (trigo, avena, cebada, centeno), región VIII, IX, X.....	33
Figura 5.5.	Balance de masas de residuos agrícolas, cultivo de arroz, región VII y VIII	33
Figura 5.6.	Balance de masas de residuos agrícolas, cultivos hortícolas (maíz).....	33
Figura 5.7.	Balance de masas de residuos agrícolas, cultivo de lenteja, garbanzos y chícharos..	34
Figura 5.8.	Balance de masas de residuos agrícolas, cultivo de poroto grano y arveja grano .	34
Figura 5.9.	Balance de masas de residuos agrícolas, cultivo de remolacha	34
Figura 5.10.	Balance de masas de residuos agrícolas, cultivo de poroto arvejas verdes, poroto granado y poroto verde	35
Figura 5.11.	Balance de masas del estiércol, producido por el ganado bovino lechero.....	37
Figura 5.12.	Balance de masa del estiércol, producido por el ganado bovino no-lechero	37
Figura 5.13.	Balance de masa para manejo del estiércol, ganado porcino.....	37
Figura 5.14.	Balance de masa aguas servidas tratadas y no tratadas, serie temporal 1984/2007	38
Figura 5.15.	A: existencia vacas lecheras (KCabezas). B: existencia ganado bovino no-lechero (KCabezas)	66
Figura 5.16.	C: existencia ganado porcino (Kcabezas). D: existencia de aves (miles de aves) ...	67
Figura 6.1.	Emisiones de GEI, sector "Agricultura"	142

Figura 6.2.	Emisiones del sector “Agricultura” y principales categorías emisoras (Suelos agrícolas, Fermentación entérica y Manejo del estiércol).....	143
Figura 6.3.	Emisiones de GEI del sector “Agricultura”, para los años 1984, 1994 y 2007, desagregadas por región administrativa.....	143
Figura 6.4.	Emisiones de GEI del sector “Agricultura”, por región administrativa en el año 2007, desagregadas según procedencia animal y vegetal.....	144
Figura 6.5.	Emisión de metano por “Fermentación entérica”, por especie animal y por año	145
Figura 6.6.	Emisión de metano por “Fermentación entérica” para el año 2007, desagregadas por región administrativa.....	145
Figura 6.7.	Emisión de CH ₄ para “Manejo del estiércol”, por especie animal y año.....	146
Figura 6.8.	Emisión de metano por “Manejo del estiércol” en 2007, desagregada por región administrativa.....	146
Figura 6.9.	Emisión de N ₂ O por “Manejo del estiércol”, desagregada por sistema de manejo de estiércol, por año.....	147
Figura 6.10.	Emisión de N ₂ O por “Manejo del Estiércol” del año 2007, desagregadas por región administrativa.....	148
Figura 6.11.	Emisión de N ₂ O, de la categoría de “Suelos agrícolas” desagregada en subcategorías “emisiones directas”, “emisiones indirectas y “pastoreo directo”, y año.....	148
Figura 6.12.	Emisión de N ₂ O por “Suelos Agrícolas”, año 2007, desagregada por región administrativa.....	149
Figura 6.13.	Emisión desde las categorías agrícolas menores:.....	150
Figura 6.14.	Balance de las emisiones y capturas del sector “LULUCF”.....	150
Figura 6.15.	Emisiones y capturas de la categoría “Suelos forestales”, por año.....	151
Figura 6.16.	Emisiones y capturas de la categoría “Praderas y matorrales”, por año.....	152
Figura 6.17.	Emisiones y capturas de la categoría “Suelos agrícolas”, por año.....	152
Figura 6.18.	Emisiones y capturas de la subcategoría “Suelos forestales que permanecen como suelos forestales”, por año.....	153
Figura 6.19.	Emisiones y capturas de los principales ítems que conforman la subcategoría “Suelos forestales que permanecen como suelos forestales”.....	154
Figura 6.20.	Capturas de C atmosférico de las principales especies forestales que conforman el ítem “Incremento de la biomasa forestal”.....	154
Figura 6.21.	Superficie acumulada de pino insigne (ha), por año.....	155
Figura 6.22.	Superficie acumulada de eucalipto, bosque nativo manejado y otras especies forestales (ha), por año.....	155
Figura 6.23.	Emisiones de C atmosférico de las principales especies forestales del ítem “Cosecha forestal”, por año.....	156
Figura 6.24.	Cosecha de trozas industriales (miles m ³).....	156
Figura 6.25.	Superficie de plantaciones forestales, bosque nativo, y praderas y matorrales (ha) afectada por incendios, serie temporal 1984/2007.....	157
Figura 6.26.	Superficie de plantaciones forestales, bosque nativo, y praderas y matorrales (ha) afectada por incendios, por región administrativa, año 2007.....	158
Figura 6.27.	Substitución. Superficie de bosque nativo (ha) por plantaciones forestales, por región administrativa, año 2007.....	158
Figura 6.28.	Restitución. Superficie de plantaciones forestales (ha) restituidas a bosque nativo, por región administrativa, año 2007.....	159
Figura 6.29.	Forestación. Superficie de suelos en otros usos (ha) que pasan a plantaciones forestales, por región administrativa, año 2007.....	160

Figura 6.30.	Abandono. Superficie de suelos en otros usos (ha) que pasan a bosque nativo, por región administrativa, año 2007.....	160
Figura 6.31.	Habilitación. Superficie de bosque nativo (ha) que pasan suelos agrícolas y praderas y matorrales, por región administrativa, año 2007	161
Figura 6.32.	Desplantación. Superficie de plantaciones (ha) que pasan suelos agrícolas y praderas y matorrales, por región administrativa, año 2007	161
Figura 6.33.	Emisión de GEI, sector “Residuos antrópicos”	162
Figura 6.34.	Emisión de CH ₄ , categoría “Residuos urbanos”, desagregada por región administrativa y por año	163
Figura 6.35.	Emisión de CH ₄ en las categorías “Residuos líquidos”, “Incineración de residuos hospitalarios” y “Emisiones de óxido nitroso por excretas humanas”, por año ..	164

ACTUALIZACIÓN DE INVENTARIOS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO SERIE TEMPORAL 1984/2007

1. PRESENTACIÓN

El presente Informe Final se presenta en conformidad con la propuesta técnica aprobada por el PNUD, para la ejecución del estudio “Complementos y actualización del inventario de gases de efecto invernadero para Chile en los sectores de Agricultura, Usos del suelo y cambios en el uso del suelo y silvicultura, y Residuos”.

Este informe refrenda la composición del equipo de trabajo, los objetivos y la metodología de trabajo aplicada, así como también hace una relación detallada de la estrategia metodológica aplicada para elaborar los inventarios anuales de gases de efecto invernadero, en los sectores no-energía para la serie temporal 1984/2007, y entrega una relación de los resultados obtenidos.

Cabe recordar que INIA-La Platina ha elaborado todos los inventarios nacionales, para los sectores no-energía con que cuenta el país, a saber:

- en 1996: inventario preliminar del año 1993,
- en 1997: inventario del año de referencia, correspondiente a 1994; en este ejercicio, también hubo necesidad de elaborar escenarios futuros junto al análisis de opciones de mitigación (en esta oportunidad, se contó con la participación del Centro Agrimed, dirigido por el Dr. Fernando Santibáñez Q., académico de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile,
- en 2000: serie temporal 1984/1998 de inventarios nacionales anuales, y
- en 2005: extensión de la serie temporal de inventarios hasta el año 2003, lo que significó revisar y actualizar la serie anteriormente elaborada, adicionando los nuevos años; los resultados de este estudio fueron publicados a través del Boletín Técnico INIA N° 185, con la autorización de CONAMA.

En cada uno de los estudios, se ha experimentado un enriquecimiento progresivo en lo metodológico y en los criterios de calidad (transparencia, exactitud). Por ejemplo, el paso de la serie temporal 1984/1998 a la serie 1984/2003 significó un primer intento por elaborar los inventarios ceñidos a la guía de buenas prácticas del PICC, publicada el año 2000, con identificación de categorías claves y subcategorías significativas, y estimación de factores de emisión nivel 2 para algunas categorías claves vinculadas a la producción animal.

En esta ocasión, el gran avance metodológico fue la aplicación de la guía de buenas prácticas para el sector LULUCF¹, publicado por el PICC en el año 2003. Cabe hacer notar, de antemano, que el país no cuenta con la totalidad de la información requerida para una completa elaboración del inventario del sector LULUCF, lo que obligó a trabajar con una cobertura territorial incompleta y con la necesidad de armonizar datos de actividad generados con metodologías distintas. Es importante que, en el período de tiempo que se genere hasta la próxima actualización de los inventarios, el país esté en condiciones de generar los datos de actividad para el sector LULUCF, que permitan satisfacer las exigencias metodológicas de la guía PICC 2003.

¹ *Siglas en inglés de Land Use, Land-Use Change and Forestry (Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura)*

2. EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo estuvo conformado por las siguientes personas:

- Sergio González Martineaux, Ing. Agrónomo M.Sc., Investigador de INIA-La Platina e integrante del Grupo de Trabajo del Programa de Inventarios Nacionales de Gases Invernadero² del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC), como encargado principal del estudio,
- Francisco Tapia Flores, Ing. Agrónomo M.Sc., Investigador de INIA-La Platina, como Encargado (S) del estudio,
- Roxana Tessada Sepúlveda, Químico Ambiental, Licenciada en Ciencias Ambientales, quién estuvo a cargo de:
 - elaborar el inventario del sector “Residuos antrópicos” y “Agricultura”, en lo referente a las categorías de producción animal,
 - desarrollar el tema “gestión de la incertidumbre”,
 - desarrollar programa de actualización de inventarios sector No-Energía, y
 - desarrollar el tema “definición de sistema administrativo para una elaboración periódica de los inventarios nacionales”,
- Paulo Cornejo Guajardo, Ing. Agrónomo, quién estuvo a cargo de:
 - elaborar el inventario del sector “Uso del suelo, cambio de uso del suelo, silvicultura”, y
 - elaborar el inventario del sector “Agricultura”, en lo referente a las categorías de producción vegetal,
- Maria Verónica Oyarzún Acosta, Ing. Forestal, Jefa Departamento de Prospección Sectorial de CONAF,
- como consultores externos:
 - Paola Arata Zapico, Ingeniera Industrial, como consultora externa del sector “Residuos antrópicos”,

² National Greenhouse Gas Inventory Program Task Force Bureau

- Aquiles Neuenschwander Alvarado, Ing. Forestal, como consultor externo del sector “Uso de los suelos, cambio de uso de los suelos, silvicultura”, y
- Francisco Salazar Sperberg, Ing. Agrónomo Ph.D., como consultor externo del sector “Agricultura”, en lo referente a la producción animal, y
- como expertos consultados:
 - Pablo Gamboa Bahamondes, Téc. agrícola de INIA-La Platina,
 - Ricardo Adonis, Ing. Agrónomo, de FDF, y
 - además de los profesionales consultados al construir la serie 1984-2003:
 - Jorge García-Huidobro Pérez de Arce, de INIA-La Platina,
 - Ignacio Ramírez Araya, de INIA-La Platina,
 - José María Peralta Alba, de INIA-Carillanca,
 - Gamalier Lemus Sepúlveda, de INIA-Rayentué, Y
 - Iván Muñoz Honorato, de INIA-La Platina.

3. OBJETIVOS

El estudio fue ejecutado para satisfacer los objetivos, generales y específicos, que se detallan a continuación.

3.1. Objetivos generales

- 1) consolidar la serie temporal (1984/2007) de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero, para las categorías PICC de "Agricultura", "Uso del suelo, cambio en el uso de suelo y silvicultura", y "Residuos antrópicos", siguiendo las metodologías revisadas en 1996 del PICC y sus complementos del año 2000 y 2003 (guías de buenas prácticas asociadas),
- 2) proponer una metodología y un marco administrativo que permitan la actualización permanente del inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero para todos los sectores definidos por el PICC como emisores o capturadores de GEI, a saber: "Energía"; "Procesos Industriales"; "Uso de solventes y otros Productos"; "Agricultura"; "Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura"; y "Residuos antrópicos" y
- 3) crear y aplicar instrumentos de difusión de los resultados asociados al inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero para todos los sectores definidos por el PICC como emisores o capturadores de GEI.

3.2. Objetivos específicos

- 1) obtener la serie de tiempo 2004-2007 nacional de las emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero, para las categorías PICC de "Agricultura", "Uso del suelo, cambio en el uso de suelo y silvicultura", y "Residuos antrópicos",
- 2) actualizar la serie de tiempo 1984/2003 ya existente del inventario nacional de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero, para las categorías de "Agricultura", "Uso del suelo, cambio en el uso de suelo y silvicultura", y "Residuos antrópicos", de manera que sea compatible con la del período 2004/2007 generado en este estudio,
- 3) proponer un diseño de estructura, incluyendo una metodología y un marco administrativo, para recolectar, producir y manejar información para la preparación continua de

inventarios chilenos para gases de efecto invernadero para todos los sectores definidos por el PICC como emisores o capturadores de GEI, a saber: “Energía”; “Procesos industriales”; “Uso de solventes y otros productos”; “Agricultura”; “Uso del suelo, cambio en el uso de suelo y silvicultura”; y “Residuos antrópicos”,

- 4) determinar procedimientos para manejar incertidumbres en los datos del inventario y los cálculos de emisiones de GEI, aplicado a la realidad nacional de generación de inventarios de emisiones nacionales de gases de efecto invernadero,
- 5) preparar un documento de difusión de los principales resultados de las series de tiempo disponibles del inventario nacional y sectorial de emisiones de gases de efecto invernadero, para todos los sectores definidos por el PICC como emisores o capturadores de GEI, así como una explicación de la metodología utilizada y la interpretación de las tendencias en los resultados encontrados, y
- 6) apoyar la presentación en regiones de los resultados asociados al inventario nacional de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero, para todos los sectores definidos por el PICC como emisores o capturadores de GEI.

El cronograma de las actividades desarrolladas en este estudio se reproduce en la Carta Gantt, que se presenta a continuación (Cuadro 3.1.).

Cuadro 3.1. Carta Gantt de las actividades del estudio

Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Productos
	semanas				semanas				semanas				semanas				semanas				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
A. Consolidación serie temporal 1984/2007 de inventarios		■	■	■	■	■	■	■	■	■											
A.1. Elaboración serie temporal 2004/2007		■	■	■	■	■	■	■	■	■											Serie temporal de inventarios 1984/2007 (¿2008?) e Inventario año 2000
A.2. Revisión serie temporal 1984/2003		■	■	■	■	■	■	■	■	■											
B. Estructura administrativa para actualización continua										■	■	■	■								
B.1. Estructura administrativa, propiamente tal										■	■										Propuesta de estructura administrativa, con software de apoyo para sectores no-energía
B.2. Software de apoyo										■	■	■									
C. Gestión de la incertidumbre											■	■	■	■							Procedimientos de gestión de la incertidumbre
D. Difusión															■	■	■	■	■	■	
D.1. Folleto de difusión															■	■					Folleto redactado y resultados expuestos en eventos públicos
D.2. Presentaciones de resultados (3 eventos)																	■	■	■	■	
E. Informes		■													■	■	■	■			
E.1. Inicial		■													■	■					
E.2. Pre-Informe Final															■	■					
E.3. Informe final corregido															■	■					
F. Reuniones de coordinación	■									■											
F.1. Inicial de planificación y coordinación	■									■											
F.2. Discusión de avances										■											

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1. Generalidades

El estudio fue estructurado de acuerdo a las siguientes etapas de trabajo:

- A.** Elaboración de los inventarios nacionales de gases invernadero (cubre los objetivos específicos 1 y 2),
- B.** Diseño de estructura administrativa para recolectar, producir y manejar información para la preparación continua de inventarios nacionales de gases invernadero (cubre el objetivo específico 3),
- C.** Procedimientos para manejar la incertidumbre en los datos del inventario y los cálculos de emisiones de GEI (cubre el objetivo específico 4), y
- D.** Difusión (cubre los objetivos específicos 5 y 6).

4.2. Etapa 1. Elaboración de los inventarios nacionales de gases invernadero

4.2.1. Bases metodológicas

Los inventarios anuales de “Agricultura” y “Residuos antrópicos” fueron elaborados aplicando las orientaciones metodológicas del PICC (metodología revisada en 1996)³ y complementadas con los códigos de buenas prácticas, publicado en el año 2000, siendo la elaboración de la serie temporal 1984/2003 un primer intento por incorporar los conceptos de las buenas prácticas en la elaboración de inventarios nacionales.

En referencia al sector “Uso del suelo, cambio en el uso de suelo y silvicultura”, no obstante los problemas encontrados con los datos de actividad (léase, insuficiencia en algunas regiones y generados con métodos y horizontes temporales distintos entre regiones), fue posible aplicar la guía de buenas prácticas del PICC (2003). Quedó en claro, en todo caso, que el país debe asumir el compromiso de depurar, armonizar y completar su base de datos estadísticos sobre usos de suelos y cambios anuales de usos de suelo, para una adecuada implementación de estas guías de buenas prácticas.

³ Accesibles a través de http://www.PICC.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm#4

4.2.2. Definición de categorías claves y subcategorías significativas

Es buena práctica invertir los mejores esfuerzos en estimar aquellas emisiones de gases invernadero y sumideros de carbono que provengan de las principales fuentes de emisión y captura e intentar las estimaciones con métodos más detallados y precisos. Eso se tradujo en la necesidad de efectuar una identificación previa de las categorías claves y subcategorías significativas⁴, que son las que más contribuyen a las emisiones totales del país, y se evaluó la posibilidad de aplicarles un método de nivel 2.

Respecto de la identificación de las categorías claves y dado que las circunstancias del país no hacen prever una diferencia substancial en las tendencias de los diferentes sectores que componen el inventario de gases invernadero, con excepción de un incremento relativo sostenido del sector “Energía”, se aplicó la misma identificación efectuada al elaborar la serie temporal 1984/2003 de los inventarios de los sectores No-Energía y que se basó en el uso del inventario del año de referencia (1994) del país.

4.2.3. Desagregación del territorio nacional

Los inventarios anuales fueron elaborados a nivel de la región administrativa, como división principal del territorio nacional, siendo agrupadas estas en tres macrorregiones ambientales (norte, centro y sur) y empleando el criterio de ocupar en cada macrorregión, los mismos factores de emisión y datos de actividad paramétricos para sus regiones componentes.

La macrorregión norte comprendió las regiones I, II, III, IV y XV. La macrorregión centro incluyó las regiones V, XIII, VI, VII y VIII. La macrorregión sur comprendió las regiones IX, XIV, X, XI y XII. La creación de dos nuevas regiones (XV y XIV) con división de dos regiones pre-existentes (I y X) obligó a aplicar criterios de reasignación de datos de actividad y de emisiones y capturas, de acuerdo a cada una de las categorías y subcategorías del inventario. Así, para agricultura, fue vital la publicación del Censo Nacional Agropecuario y Forestal del 2007; para los residuos antrópicos, la principal variable de asignación fue la distribución poblacional y generación de residuos sólidos.

4.2.4. Actualizaciones respecto de serie anterior

A. Sector “Agricultura”: el Censo Nacional Agropecuario y Forestal 2007 permitió actualizar los datos de actividad de las poblaciones de animales que, para el ejercicio anterior, debió ser generada por extrapolación del Censo del año 1997. En el presente estudio, se reemplazó esos datos por los emergentes de la interpolación entre los censos de los años 1997 y 2007; sólo el valor referente a año 2008 fue generado por extrapolación de datos.

⁴ El PICC establece que una categoría “clave” es aquella que contribuye significativamente a las emisiones nacionales de gases invernadero (en la práctica, 1% o más de las emisiones nacionales). Una subcategoría significativa es aquella que aporta el 25% o más de las emisiones de la categoría

B. Sector “Uso del suelo, cambio en el uso de suelo y silvicultura” (LULUCF): en esta oportunidad, se contó con nueva información aportada por el Departamento de Prospección Sectorial de la Comisión Nacional Forestal (CONAF), que actualizan las cifras del “Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” entregados en 1999. La nueva documentación tiene el nombre de “Actualización Catastro de Uso del Suelo y Vegetación”, y presenta una segunda imagen del uso de los suelos en años posteriores a 1999, facilitando conocer donde existieron cambios en los usos del suelo. Esta información se encuentra disponible para las regiones V, XIII, VI, VIII, IX, XIV, X y XII, permitiendo generar usos de suelos y cambios en los usos de los suelos; para las regiones IV y VII, la información permite generar series temporales sólo para el uso de suelo, debiendo procederse a estimar los cambios entre un uso y otro. Para el resto de las regiones (XV, I, II, III y XI) se conservó la información usada en el anterior inventario, ya que se carece de antecedentes sobre cambios de uso.

C. Sector “Residuos antrópicos”: CONAMA generó una actualización de la información de residuos sólidos urbanos (RSU), desde el año 2000 hasta el 2007, publicados en el Informe Ambiental 2007, y se estableció una tasa de crecimiento anual de generación de RSU, lo que permitió actualizar la serie 1984-2003 y extenderla hasta el año 2007.

4.2.5. Destinos finales de biomasa (balances de masa)

Otro elemento importante, según las buenas prácticas del PICC, es evitar -hasta donde sea posible- una doble contabilidad de emisiones y/o capturas. Para ello, un tema relevante a ser considerado antes de empezar a elaborar el inventario, es establecer los balances de masa correspondientes para aquellos elementos generadores de residuos y que pueden tener múltiples usos finales: se trata de los residuos de cultivos, de la biomasa forestal (incluyendo los residuos forestales) y del estiércol animal. En esta oportunidad, se revisó las estimaciones hechas en la oportunidad anterior, por juicio de expertos, y se corrigió lo que se consideró inadecuado.

4.3. Etapa 2. Diseño de estructura administrativa para recolectar, producir y manejar información para la preparación continua de INGEI⁵

Las actividades de esta etapa estuvieron centradas en los siguientes ítems:

- definir una estructura administrativa (identificando infraestructura, capacidades humanas, presupuesto operacional), que se encargue de recolectar, producir y manejar información para una preparación continua de los inventarios nacionales anuales de gases de efecto invernadero, y
- depurar la herramienta computacional (software) preparada con el fin de facilitar la consecución de una actualización periódica de los inventarios nacionales anuales de gases invernadero, que fue elaborada conjuntamente con la serie temporal 1984/2007 de inventarios.

⁵ *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*

En el caso de la primera actividad, se trabajó en diseñar un sistema nacional de inventarios de gases de efecto invernadero, intentando adaptar la base definida por la CMNUCC para los sistemas nacionales que los países Anexo I deben tener en operaciones, a las condiciones de un país no-Anexo I. Para discutir este tema e integrar los distintos sectores que componen el inventario, se llevó a cabo una reunión con los responsables de los sectores energéticos y representantes de CONAMA, donde emergieron los principales criterios y requerimientos específicos.

En cuanto a la segunda actividad, se procedió a actualizar, adecuar y adaptar el programa computacional de actualización periódica del inventario, en los sectores no-energía. No fue posible integrar los sectores energéticos, por cuanto el inventario de estos sectores ha sido confeccionado a nivel país, sin desagregación regional.

4.4. Etapa 3. Procedimientos para manejar la incertidumbre en los datos del inventario y los cálculos de emisiones de GEI

En esta etapa se realizó un protocolo de gestión de incertidumbre, el cual identifica conceptos y principios básicos, análisis y requerimientos para la determinación de la incertidumbre y procedimientos por utilizar, como por ejemplo, niveles 1 ó 2 (ecuación de propagación de incertidumbre o método de Monte Carlo, respectivamente), determinación de la incertidumbre asociada a los datos de actividad y a los factores de emisión, así como, el compromiso que debieran tener las fuentes de información en la generación de la incertidumbre asociada a los datos de actividad.

Se deja establecido que en Chile, las fuentes de información oficial de datos de actividad para la elaboración de los inventarios no calculan la incertidumbre asociado a los datos estadísticos que entregan, por lo tanto, no es posible determinar hasta la fecha, cuál es la incertidumbre asociada a los cálculos de emisiones de GEI.

4.5. Etapa 4. Difusión

4.5.1. Respecto al documento de difusión

Este Informe Final incluye, como Resumen Ejecutivo, el documento de difusión comprometido; en él, se hace una relación somera de las actividades desarrolladas –especialmente, en el ámbito metodológico- y de los principales resultados por sector reconocido por el PICC. En este texto, se incluyó también el inventario para los sectores energía (“Energía”, “Procesos industriales”, “Uso de solventes y otros productos”).

4.5.2. Respecto a las actividades de difusión

Como se indicó en su debida oportunidad, las actividades de difusión se concentrarán al término del estudio, a través de seminarios regionales de difusión, organizados por CONAMA y con la participación del consultor.

El primer evento será efectuado en la XIII Región, durante la segunda quincena del mes de Marzo y con una temática que incluirá, también, la huella de carbono; este acuerdo se tomó para potenciar ambos temas y en el bien entendido que hay nexos metodológicos entre ambos. Los siguientes seminarios serán realizados en las regiones V y VI, y deberán ocurrir dentro del primer semestre del año 2010.

5. ELABORACIÓN DE LOS INVENTARIOS GEI, SERIE TEMPORAL 1984/2007

5.1. Introducción

Como plantea la propuesta técnica, la metodología utilizada para el desarrollo de los Inventarios GEI, serie temporal 1984/2007 se basó en:

- Sector “Agricultura”: Directrices PICC para la elaboración de inventarios nacionales de GEI, revisadas en 1996, Orientación PICC 2000 sobre buenas prácticas y gestión de la incertidumbre en la elaboración de inventarios nacionales de GEI,
- Sector “Uso del suelo, cambio en el uso de suelo y silvicultura”, en adelante sector “LULUCF”: Directrices del PICC para los gases efecto invernadero, versión revisada en 1996 y Guías de buenas prácticas (LULUCF) 2003, y
- Sector “Residuos antrópicos”: Directrices PICC para la elaboración de inventarios nacionales de GEI, revisadas en 1996, Orientación PICC 2000 sobre buenas prácticas y gestión de la incertidumbre en la elaboración de inventarios nacionales de GEI y Base de datos de factores de emisión” (BDFE), en su aplicación web (www.PICC-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php), para la búsqueda rápida de valores por defecto.

Para todos los sectores, se utilizó el Programa PICC para elaboración de inventarios de GEI⁶, el cual fue modificado en los siguientes aspectos:

- desagregación de las hojas de trabajo, para incorporar los cuadros regionales, con totalización de país,
- cambios en la estructura de algunas hojas de trabajo, para adaptarlas a las circunstancias de la categoría de fuente; básicamente, ello está referido a casi todas las hojas del Sector “LULUCF” y a las categorías de “Fermentación entérica” y “Manejo del estiércol”, en estos últimos casos, para reconocer la aplicación de los métodos nivel 2 (Tier 2).

La forma de elaborar los INGEI, con las metodologías antes mencionadas, se describe en las siguientes cuatro etapas:

- A. actividades previas:** determinación de categorías claves y subcategorías significativas, así como también la definición de los balances de masa,

⁶ www.PICC-nggip.iges.or.jp/public/ql/software.htm

- B. fuentes de información:** búsqueda de datos de actividad en fuentes oficiales de información, con acceso público y gratuito, y en el caso que fuese necesario, juicio de expertos de las distintas categorías de los sectores involucrados de los INGEI No-Energía,
- C. gestión de datos de actividad:** tanto para desagregar y asignar valores a las nuevas regiones administrativas XV y XIV, como para completar algunos años sin información, y
- D. factores de emisión:** se hace referencia a factores de emisión país-específicos para fermentación entérica y manejo del estiércol. Para el resto de las categorías, se citan los valores por defectos utilizados para la elaboración de los INGEI.

5.2. Actividades previas

Las actividades previas dicen relación con:

- determinación de categorías claves y subcategorías significativas,
- definición de balances de masa para residuos vegetales (agrícolas y forestales), residuos animales y aguas servidas,
- caracterización minuciosa del ganado bovino y porcino, y
- desagregación de datos de actividad de regiones subdivididas en el 2007 (I y X regiones), para asignar valores a las nuevas regiones (XV y XIV regiones).

5.2.1. Definición de categorías claves

Usando el inventario del año 1994, se determinó las categorías claves según el método por nivel (assessment by level). Los resultados, que se presentan en el Cuadro 5.1, indican que las categorías claves son las siguientes:

- Fermentación entérica,
- manejo del estiércol, tanto por metano como óxido nitroso,
- suelos agrícolas, tanto para emisiones directas como indirectas,
- residuos sólidos domiciliarios, y
- suelos forestales y plantaciones forestales

Esta clasificación permitió focalizar la elaboración del inventario hacia las categorías con mayor contribución a las emisiones nacionales de gases invernadero, con aplicación de los métodos más detallados que la disponibilidad de datos de actividad permita. Como contraparte, ello significa automáticamente aplicar los métodos de menor detalle (niveles 1) a las categorías no-claves. De acuerdo a las condiciones para el inventario nacional, se decidió aplicar el método nivel 2 a las emisiones de metano por fermentación entérica y manejo del estiércol, lo que involucra necesariamente la generación de factores de emisión nivel 2 mediante una caracterización minuciosa de las poblaciones de bovinos y porcinos.

Para las otras categorías claves (manejo del estiércol-óxido nitroso, suelos agrícolas y residuos sólidos domiciliarios), se debió aplicar el método nivel 1 por no contarse con un método nivel 2; la desagregación por región administrativa equivale a aplicar un método nivel 1b.

Cuadro 5.1. Determinación de categorías principales de fuentes ¹

Categoría	1994	Contribución	
	Gg/año CO ₂ -e	Individual	Acumulada
- 5. Suelos forestales y plantaciones forestales	48.763	45,3%	0,0%
- 1. Transporte	13.049	12,1%	57,5%
- 1. Industrias de la energía	9.492	8,8%	66,3%
- 2. Industrias manufactureras y de la construcción	9.320	8,7%	74,9%
- 4. Fermentación entérica	5.565	5,2%	80,1%
- 1. Residencial, comercial, institucional	4.781	4,4%	84,6%
- 4. Suelos agrícolas, emisión directa de N ₂ O	4.694	4,4%	88,9%
- 6. Residuos sólidos domiciliarios	1.557	1,4%	90,4%
- 4. Suelos agrícolas, emisión indirecta de N ₂ O	1.496	1,4%	91,8%
- 4. Manejo del estiércol-N ₂ O	1.305	1,2%	93,0%
- 2. Cemento	1.021	0,9%	93,9%
- 4. Manejo del estiércol-CH ₄	1.009	0,9%	94,9%
- 2. Hierro y acero	812	0,8%	95,6%
- 1. Agricultura, Forestal, Pesca	805	0,7%	96,4%
- 4. Quema de residuos agrícolas	660	0,6%	97,0%
- 1. Petróleo y gas natural	659	0,6%	97,6%
- 5. Praderas y Matorrales	603	0,6%	98,1%
- 4. Suelos agrícolas, N ₂ O por pastoreo directo	559	0,5%	98,7%
- 2. Productos químicos	292	0,3%	98,9%
-5. Suelos agrícolas	211	0,2%	99,1%
-6. Escorrentía de aguas servidas no tratadas	207	0,2%	99,3%
- 6. Residuos líquidos industriales	203	0,2%	99,5%
- 2. Minería del carbón	195	0,2%	99,7%
- 4. Cultivo del arroz	134	0,1%	99,8%
- 5. Suelos Urbanos	109	0,1%	99,9%
-5. Suelos Desnudos	45	0,0%	100,0%
- 2. Ferroaleaciones	37	0,0%	100,0%
- 6. Aguas servidas	3	0,0%	100,0%
Total Nacional	107.587	100,0%	

¹ Categorías en zona de fondo amarillo son no claves

El Cuadro 5.1 proporciona información de las categorías claves, que a diferencia del INGEI serie temporal 1984/2003, esta serie temporal consideró el sector “LULUCF”, agregado con información generada en este inventario.

Según este resultado, se decidió aplicar el método nivel 2 a las emisiones de metano por fermentación entérica y aunque el manejo del estiércol con emisión de metano no es clave, existe información suficiente para generar factores de emisión país-específicos mediante una caracterización minuciosa de las poblaciones de bovinos y porcinos.

5.2.2. Determinación de subcategorías significativas

Este paso es importante para aquellas categorías compuestas por numerosas subcategorías, como es la “Fermentación entérica”, “Manejo del estiércol” y “Suelos agrícolas” (léase, suelos cultivados), ya que esta discriminación permite focalizar el trabajo en lo que es realmente importante.

El Cuadro 5.2 presenta los resultados de la estimación de la importancia de las especies de animales domésticos, para las emisiones de metano por fermentación entérica y manejo del estiércol, según los datos del año 1994. Estos resultados indican que:

- los bovinos no-lecheros fueron los únicos animales significativos para fermentación entérica, con un aporte individual del 69% a las emisiones de la categoría, y
- los bovinos no-lecheros y los porcinos fueron las dos únicas especies significativas para las emisiones de metano por manejo del estiércol, con una contribución del 38 y 34%, respectivamente, a las emisiones de la categoría.

Cuadro 5.2. Estimación de la significancia de las especies animales

Especie	Animales	Fermentación Entérica			Manejo del Estiércol		
	1000 cabezas	Factor emisión	CH ₄ emitido	Significancia de la especie	Factor emisión	CH ₄ emitido	Significancia de la especie
		kg/cb/año	Gg/año		kg/cb/año	Gg/año	
Bovina de leche	633,9	78,8	50,0	0,2	15,5	9,8	0,2
Bovina no-lechera	3.429,0	53,0	181,7	0,7	5,4	18,5	0,4
Ovina	3.897,9	5,0	19,5	0,1	0,1	0,4	0,0
Porcina	1.643,2	1,5	2,5	0,0	10,0	16,4	0,3
Caprina	775,8	5,0	3,9	0,0	0,1	0,1	0,0
Camélidos de altura	177,2	6,0	1,1	0,0	1,3	0,2	0,0
Aves	28.392,2	sin	0,0	0,0	0,1	2,3	0,0
Equina	337,9	18,0	6,1	0,0	1,1	0,4	0,0
Mular y asnos	32,9	10,0	0,3	0,0	0,6	0,0	0,0
Total			265,0			48,1	

La categoría “Manejo del estiércol-emisión de óxido nitroso” no fue incluida en la estimación, debido a que no existe un método nivel 2 para la categoría; sólo a modo de ejercicio, fue aplicada a las emisiones de óxido nitroso desde suelos agrícolas, lo que se presenta en el Cuadro 5.3; este análisis permitió identificar a los fertilizantes sintéticos (33%) y al aporte de los cultivos fijadores de nitrógeno (27%), como las subcategorías significativas, quedando el aporte del guano aplicado a los suelos, ligeramente por debajo del umbral del 25%. En este caso, se incluyó sólo las fuentes de emisiones directas, ya que se sabe que las emisiones indirectas son una función de las fuentes de emisiones directas.

Cuadro 5.3. Estimación de significancia de las fuentes de N

Fuente de N incorporado	Cantidad N incorporado	F de emisión para emisión directa	Emisión directa del suelo	Significancia de la fuente
	(ton N/año)	(Kg N-N ₂ O/Kg N)	(Gg N-N ₂ O/año)	
Fertilizante sintético	181.188,0	0,0125	2,3	0,3
Guano de animal	127.766,2	0,0125	1,6	0,2
Fijación simbiótica	146.4	0,0125	1,8	0,3
Residuos de cultivos	95.400,6	0,0125	1,2	0,2
Lodos cloacales	Inexistentes	0,0125	NO	-
Cultivo de histosoles	Sin DdA ¹	5,0	NE	-
TOTAL	404.354.975,7		6,9	1,0

Sobre la base de estas evaluaciones, se decidió aplicar el método nivel 2 a las emisiones de metano, tanto por fermentación entérica como por manejo del estiércol, de bovinos, lecheros y no-lecheros, y a las emisiones de metano, por manejo del estiércol, de los porcinos. Para las restantes especies, se aplicó el método nivel 1, en ambas categorías.

El Cuadro 5.4 muestra un análisis de las emisiones de CO₂-e en la categoría clave “Suelos forestales”. Se aprecia que la subcategoría “Suelos forestales que permanecen como suelos forestales” representa un 99% de las emisiones, mientras que la subcategoría “Suelos en otros usos que pasan a suelos forestales” sólo aporta el 0,3%.

Cuadro 5.4. Estimación de significancia de las fuentes de CO₂-e

Categoría	Suelos forestales				
	Subcategoría	Ítem	Sub-Ítem	CO ₂ -e	% significancia
SF – SF	Incremento	PF			0,0
		BN			0,0
	Cosecha	PF		33.643,5	68,7
		BN		8.779,6	17,9
	Residuos	PF		782,6	1,6
		BN		50,9	0,1
	Incendios	PF		1.642,4	3,4

Categoría	Suelos forestales			
Subcategoría	Ítem	Sub-Ítem	CO ₂ -e	% significancia
		BN	2.874,1	5,9
	Substitución	BN a PF	1.078,1	2,2
	Restitución	PF a BN		0,0
Subtotal			48.851,1	99,7
OU – SF	Abandono	PM a BN		0,0
		SA a BN		0,0
		SU a BN		0,0
		HU a BN		0,0
		SD a BN		0,0
	Forestación	PM a PF	126,4	0,3
		SA a PF	0,0	0,0
		SU a PF	0,0	0,0
		HU a PF	0,8	0,0
		SD a PF	0,0	0,0
Subtotal			127,2	0,3
Total			48.978,3	100,0

NOTA: SF: suelos forestales; OU: suelos en otros usos; PF: plantaciones forestales; BN: bosque nativo; PM: praderas y matorrales; SA: suelos agrícolas; SU: suelos urbanos; HU: humedales; SD: suelos desnudos.

Dentro de la subcategoría “Suelos forestales que permanecen como suelos forestales” se aprecia la importancia que tiene las emisiones procedentes desde el ítem “Cosecha forestal”, donde plantaciones forestales representa el 69% de las emisiones totales de la categoría.

El Cuadro 5.5 muestra las especies comerciales forestales en el año 1994. Este cuadro indica que la especie pino insigne representa el 50% de las emisiones de CO₂-e en la cosecha de bosque comercial, seguido por el eucalipto (23%).

Cuadro 5.5. Estimación de significancia de la cosecha de trozas forestales, por especie

Trozas por especie	Emisión de CO ₂ (Gg)	Significancia %
Trozas pino insigne	23.705,6	55,9
Trozas eucalipto	9.658,8	22,8
Trozas especies nativas	8.779,6	20,7
Trozas otras exóticas	279,1	0,7
Total	42.423,0	100,0

5.2.3. Otras actividades previas

A. Balances de masa

Los balances de masa, como una forma de evitar sobre- o sub-estimaciones de emisiones de gases invernadero, fueron construidos para aquellas variables con destinos múltiples, a saber:

- residuos de cultivos anuales, principalmente cereales,
- residuos de huertos frutales caducifolios,
- estiércol animal,
- biomasa forestal, y
- aguas servidas.

A.1. Residuos de cultivos

Según el PICC (2000), un factor que condiciona la incertidumbre en la estimación de las emisiones de metano y óxido nitroso de la quema de residuos agrícolas, es la determinación de la fracción de residuos agrícolas que, efectivamente, es quemada en los campos; por tal motivo, el PICC recomienda realizar un análisis exhaustivo, a través de un balance de masa, del destino de los residuos, y, de esta forma, tener estimaciones mejor acotadas para los distintos destinos de los residuos (quema en campo; uso como leña; aplicación a suelos; otros).

Chile no cuenta con estudios que cuantifiquen los destinos de los residuos de cultivos por lo que, ajustándose a las buenas prácticas del PICC, se consultó a investigadores INIA, considerados expertos en los diferentes cultivos de interés, para construir los balances de masa. La información generada por ellos consideró los siguientes destinos finales para los residuos agrícolas:

- residuos eliminados *in-situ*: consumo animal, incorporados al suelo, quemados, y
- residuos eliminados *ex-situ*: enfarda, usos como fuente calórica (leña).

Los balances de masas fueron construidos para los siguientes grupos de cultivos:

- cultivos anuales,
- cultivos hortícolas, y
- huertos/viñedos frutales.

En el caso de los cultivos hortícolas, se incluyó aquellas especies de mayor importancia nacional, juzgada por la superficie y cantidad de residuos generados: maíz para choclo, tomate, pimiento, arveja en verde, porotos (granado, verde), haba, melón, pepino ensalada, sandía, zapallo guarda, zapallo temprano, zapallo italiano, achicoria, lechuga y repollo

En relación a las especies frutales, sólo se consideró las especies caducifolias, pues son generadoras de residuos de poda. Las especies incluidas fueron almendros, cerezos, ciruelos, damascos, durazneros, nectarinos, manzanos, nogales, perales, kiwis y vides (consumo en fresco, pisqueras y viníferas).

Las figuras 5.1. a 5.10 presentan los balances de masa construidos.

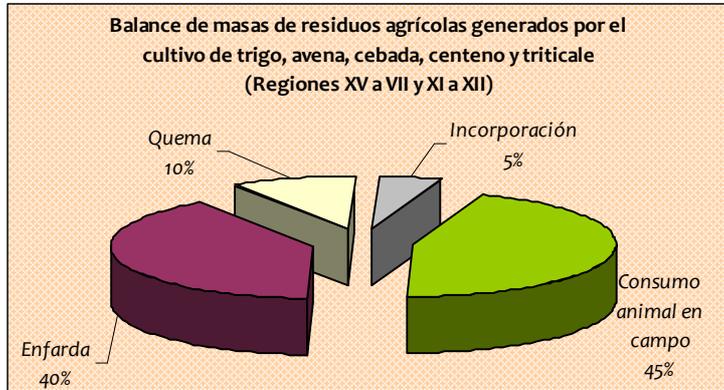


Figura 5.1. Balance de masas de residuos agrícolas, cultivos anuales (trigo, avena, cebada, centeno y triticale), región XV a VII y XI a XII

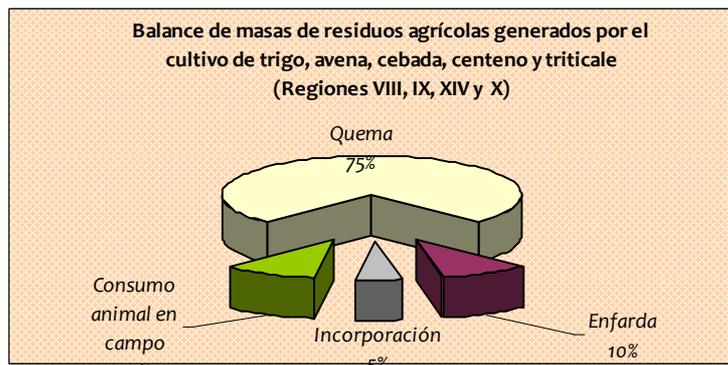


Figura 5.2. Balance de masas de residuos agrícolas, cultivos anuales (trigo, avena, cebada, centeno y triticale), región VIII, IX, XIV y X



Figura 5.3. Balance de masas de residuos agrícolas, cultivos anuales (trigo, avena, cebada, centeno y triticale), región I a VII, IX a XII

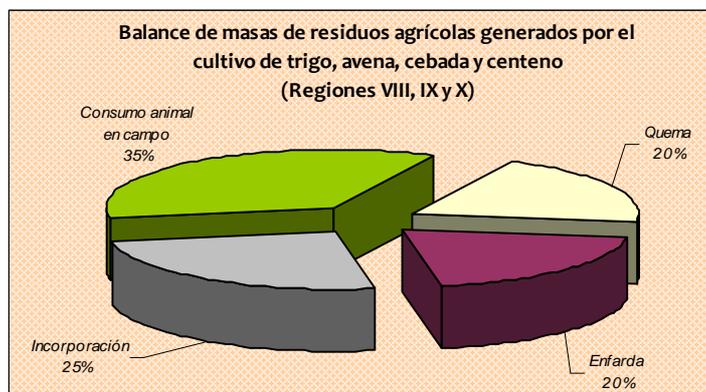


Figura 5.4. Balance de masas de residuos agrícolas, cultivos anuales (trigo, avena, cebada, centeno), región VIII, IX, X

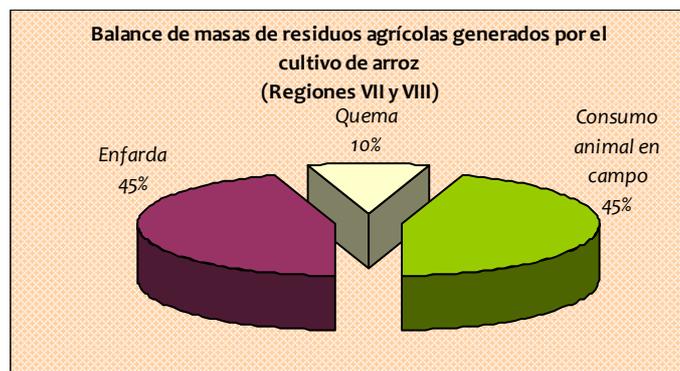


Figura 5.5. Balance de masas de residuos agrícolas, cultivo de arroz, región VII y VIII

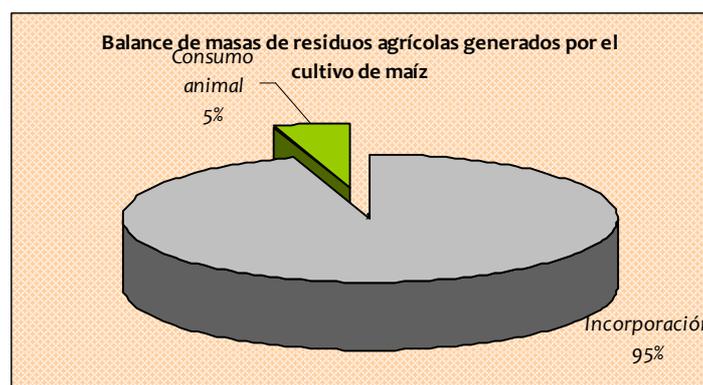


Figura 5.6. Balance de masas de residuos agrícolas, cultivos hortícolas (maíz)



Figura 5.7. Balance de masas de residuos agrícolas, cultivo de lenteja, garbanzos y chícharos

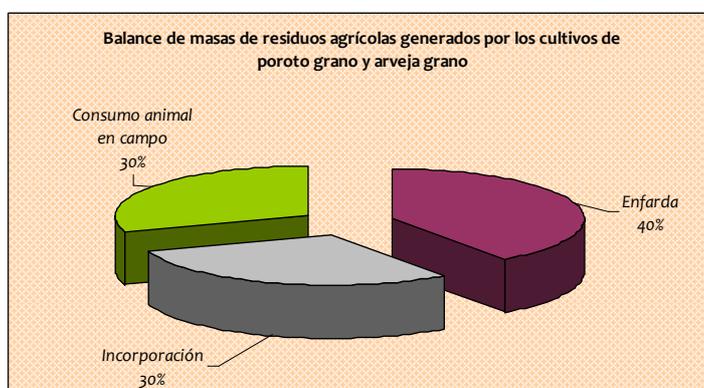


Figura 5.8. Balance de masas de residuos agrícolas, cultivo de poroto grano y arveja grano

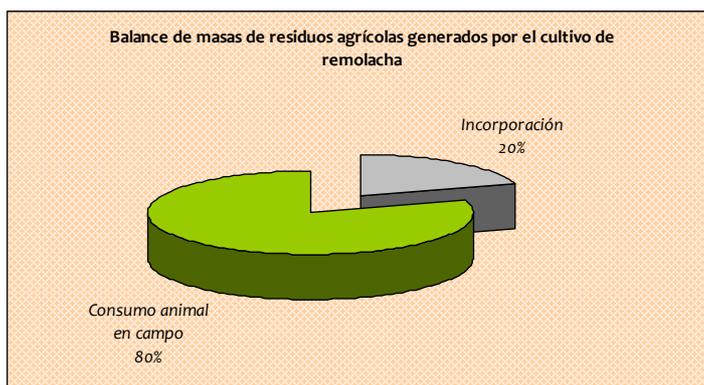


Figura 5.9. Balance de masas de residuos agrícolas, cultivo de remolacha

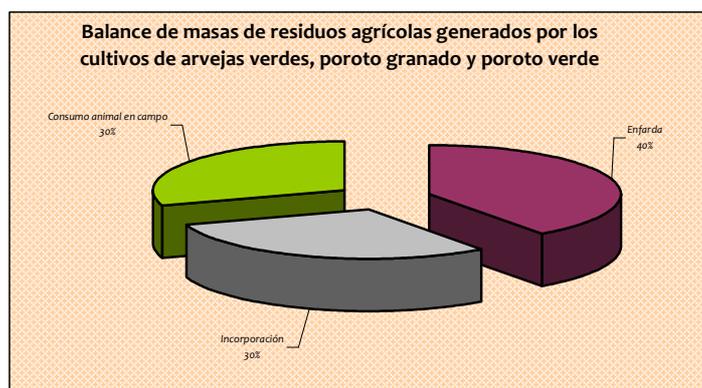


Figura 5.10. Balance de masas de residuos agrícolas, cultivo de poroto arvejas verdes, poroto granado y poroto verde

Los residuos de una serie de cultivos (lupino, papas, maravilla, tabaco, canola, tomate, pimiento, hortalizas de hoja y las cucurbitáceas) son, de acuerdo a los expertos, incorporados a los suelos en un 100%.

El balance de los residuos de poda viene cambiando desde el año 1984 a la fecha, reflejando cambios tecnológicos generados tanto por la promulgación de normas de carácter ambiental (eliminación de quemas agrícolas en determinados períodos anuales en la XIII Región, a contar de 1994) como de gestión de calidad (imposición de códigos de buenas prácticas, como requisito para exportar). Ello ha significado que, entre 1984 y 2007, el destino final de los sarmientos de poda vaya cambiando gradualmente.

El Cuadro 5.6 muestra los cambios a las buenas prácticas agrícolas desde el año 2003, que trajo como consecuencia, cambios en la disposición final de los residuos de podas de árboles frutales.

Cuadro 5.6. Balance de masa de quema de residuos de podas de árboles frutales

Año/Manejo	Progresión aritmética		
	Quema		Incorporación
	leña 50%	En campo 50%	
1984	45	50	5
2003	10	10	80
2007	5	5	90

La estimación realizada por los expertos consideró para la serie 1984-1994, que el 100% de los residuos generados por las labores de poda de especies frutales tenían como destino final la quema in-situ, mientras que a partir del año 1994, comienza una progresión aritmética en la que la quema de los residuos viene en disminución, siendo reemplazada por la incorporación al suelo.

Estos balances reemplazan los construidos para la elaboración de la serie 1984-2003. La principal diferencia se encontró en los cereales (trigo, avena, cebada, centeno y triticale), donde se modificó

la asignación de los usos finales debido, principalmente, a un cambio en las prácticas agrícolas a contar del año 1990.

Es importante señalar que las emisiones de gases no-CO₂ provenientes de la fracción de residuos quemados fuera del campo, para fuente de energía (leña, básicamente), deben ser contabilizados en el sector “Energía”, específicamente en las emisiones de gases distintos a CO₂ procedentes de fuentes fijas de combustión. Según los cálculos obtenidos en el presente documentos, los residuos de árboles frutales, viñas y parronales, utilizados para leña son los presentados en el Cuadro 5.7.

Cuadro 5.7. Residuos de árboles frutales, viñas y parronales (Gg ms/año) usados para leña, por región

Región/Año	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
1984	0,0	0,0	0,0	2,5	6,6	12,9	13,6	13,6	14,3	8,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	72,6
1985	0,0	0,0	0,0	4,2	10,3	18,6	21,1	20,9	21,2	12,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	108,9
1986	0,0	0,0	0,0	5,1	11,5	18,0	23,2	22,4	21,5	11,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	113,4
1987	0,0	0,0	0,0	5,7	12,5	17,9	23,6	23,6	21,3	10,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	115,1
1988	0,0	0,1	0,0	6,1	13,0	17,5	23,4	24,0	20,5	9,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	114,3
1989	0,0	0,1	0,0	6,0	12,9	17,0	22,8	23,7	19,2	8,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	110,5
1990	0,0	0,1	0,0	5,8	12,5	16,2	21,9	23,2	17,8	8,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	105,7
1991	0,0	0,1	0,0	5,5	11,9	15,5	21,3	22,5	16,8	7,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	101,2
1992	0,0	0,1	0,0	5,3	11,5	14,5	20,5	21,9	16,1	6,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	96,5
1993	0,0	0,1	0,0	5,1	11,1	13,5	19,6	21,0	15,6	5,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	91,6
1994	0,0	0,0	0,0	4,8	10,9	12,3	18,5	20,6	15,0	4,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	87,1
1995	0,0	0,0	0,0	4,5	10,7	11,5	17,6	19,7	14,4	4,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	82,6
1996	0,0	0,0	0,0	4,3	10,5	10,7	16,0	19,3	13,9	3,6	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	78,9
1997	0,0	0,0	0,0	4,2	10,2	9,9	14,2	18,7	13,5	3,4	0,6	0,1	0,1	0,0	0,0	74,8
1998	0,0	0,0	0,0	4,0	9,7	9,2	12,5	18,2	13,3	3,1	0,7	0,1	0,1	0,0	0,0	70,8
1999	0,0	0,0	0,0	3,7	8,8	8,5	11,4	17,6	13,0	2,8	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	66,5
2000	0,0	0,0	0,0	3,4	8,0	7,8	10,4	16,3	12,4	2,5	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	61,3
2001	0,0	0,0	0,0	3,2	7,1	7,0	9,3	14,7	11,5	2,3	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	55,4
2002	0,0	0,0	0,0	2,8	6,2	6,1	8,1	13,1	10,1	2,0	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	48,8
2003	0,0	0,0	0,0	2,5	5,2	5,2	6,9	11,2	8,7	1,7	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	41,8
2004	0,0	0,0	0,0	2,3	4,8	4,7	6,2	10,3	7,9	1,6	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	38,2
2005	0,0	0,0	0,0	2,2	4,4	4,3	5,6	9,8	7,0	1,5	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	35,2
2006	0,0	0,0	0,0	1,9	3,9	3,9	5,0	9,2	6,0	1,3	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	31,8
2007	0,0	0,0	0,0	1,7	3,5	3,4	4,4	8,4	5,1	1,2	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	27,9

A.2. Estiércol

El establecimiento de los balances de masa, a nivel regional y por especie, se desarrolló por juicio de expertos, por carencia de datos publicados. Además, se consideró que no hay bases para asumir que la desagregación varíe a lo largo de la serie temporal.

Las figuras 5.11 hasta la 5.13 muestran los balances de masas para el estiércol según tipo de tratamiento del guano para los ganados utilizados para la elaboración de los inventarios.

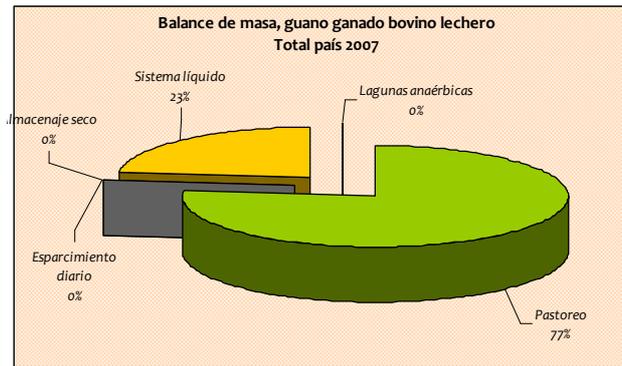


Figura 5.11. Balance de masas del estiércol, producido por el ganado bovino lechero

Para el ganado bovino lechero se consideró como supuesto, que los sistemas confinados corresponden exclusivamente a sistemas líquidos y que, además, estos sistemas son utilizados los 365 días del año. Estos supuestos fueron realizados con el fin de simplificar los cálculos de los factores de emisión de metano para el ganado lechero en “Fermentación entérica”.

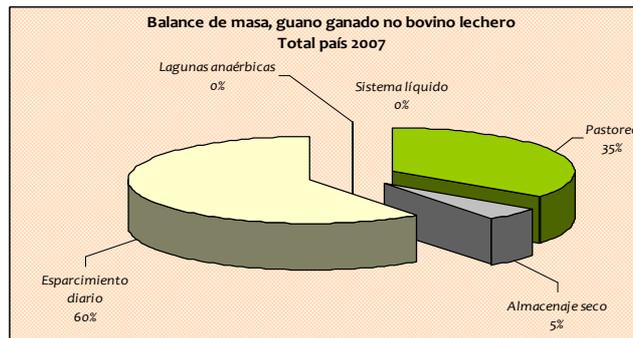


Figura 5.12. Balance de masa del estiércol, producido por el ganado bovino no-lechero

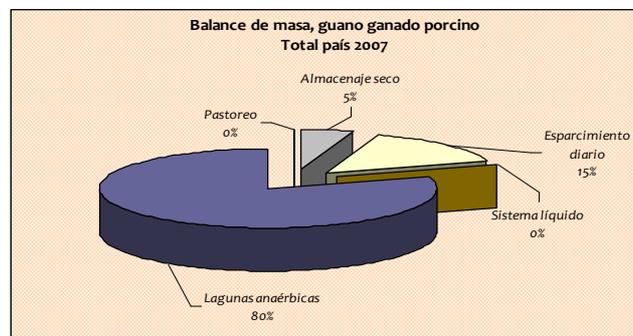


Figura 5.13. Balance de masa para manejo del estiércol, ganado porcino

El Cuadro 5.8 muestra el balance de masa de otras especies utilizadas para la elaboración del inventario.

Cuadro 5.8. Balance de masa para otras especies en Manejo del estiércol

Especie	Manejo del estiércol
Aves de corral	100% Almacenaje seco
Ovinos	100% Pastoreo
Caprinos	100% Pastoreo
Equinos	100% Pastoreo
Camélidos	100% Pastoreo
Mulares y asnos	100% Pastoreo

A.3. Aguas servidas

Para las aguas servidas, se consideró el porcentaje de aguas tratadas en sistemas de tratamientos por región y año. En esta ocasión, los valores de los años antes de 1991 fueron tomados de los inventarios elaborados en la serie temporal 1984/1998, debido a la carencia de estadísticas oficiales para esos años; esta serie, tal como se estipula en los informes pertinentes, fue construida con valores PICC por defecto. A contar del año 1991, se trabajó con la información estadística de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

La Figura 5.14 representa el balance de la fracción de aguas servidas tratadas y no tratadas a nivel nacional, en función del de la serie temporal 1984/2007.

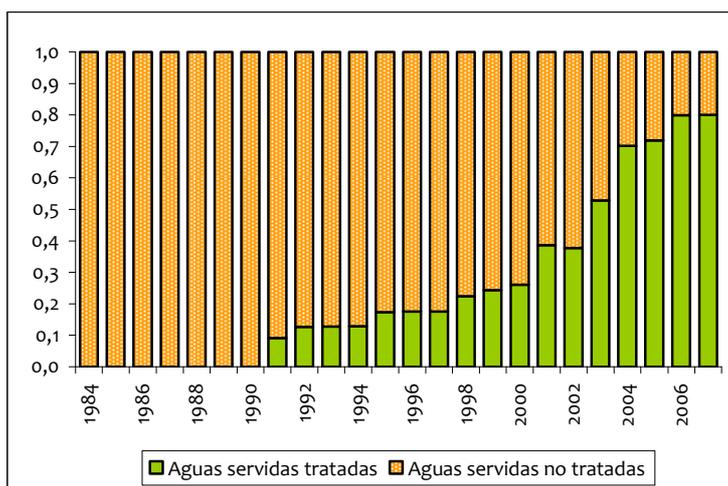


Figura 5.14. Balance de masa aguas servidas tratadas y no tratadas, serie temporal 1984/2007

A.4. Destino de la biomasa forestal

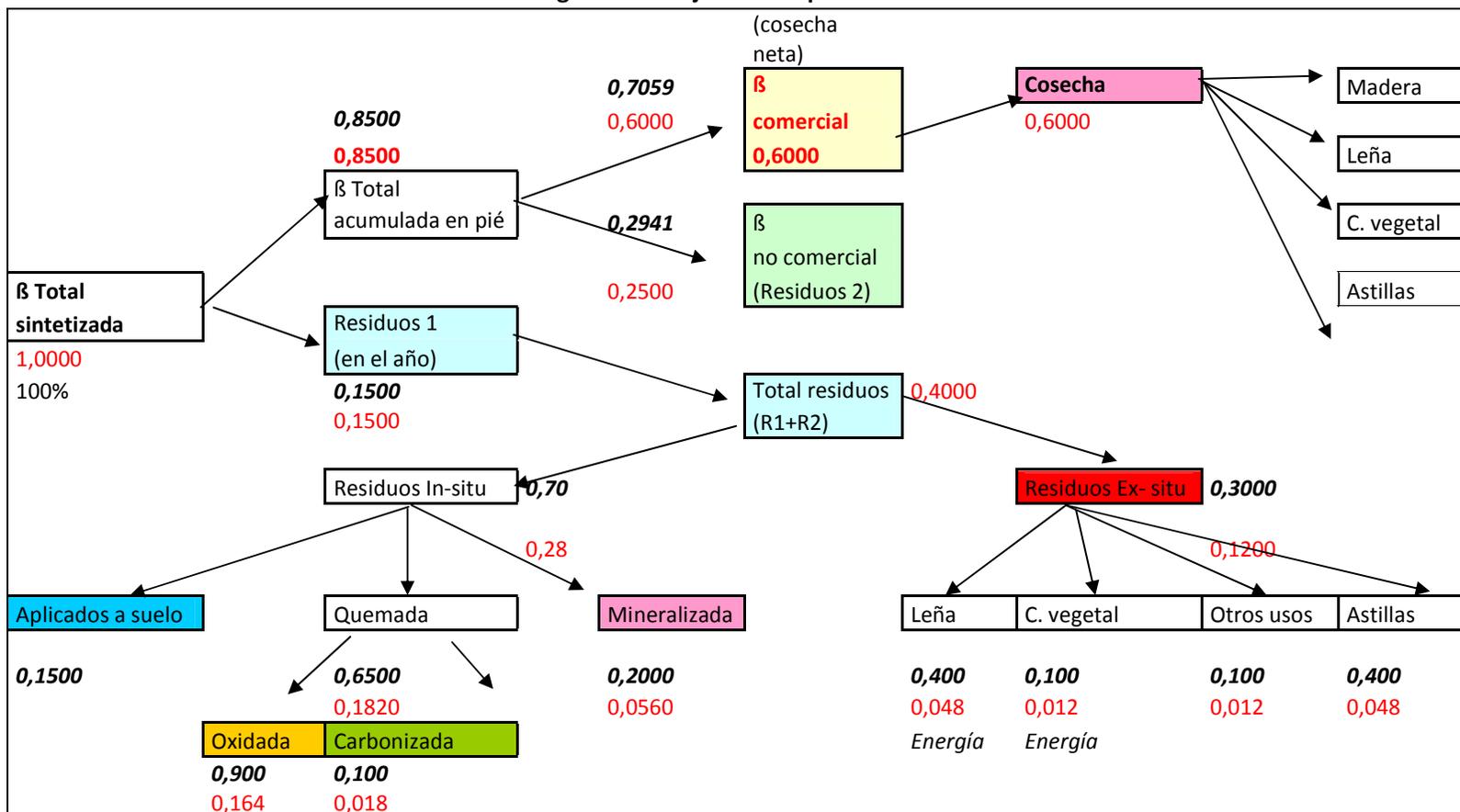
En 1990, con motivo de la elaboración del inventario del año 1994, se hizo una encuesta entre las siguientes personas:

- **Claudio Caro Jara**, Ingeniero Forestal, consultor externo,
- **Andrés Meza Alvarez**, Ingeniero Forestal, Corporación Nacional Forestal (CONAF),
- **Aquiles Neuenschwander Alvarado**, Ingeniero Forestal, Fundación para la Innovación Agraria (FIA),
- **Claudio Bedoya B.**, Ingeniero Forestal, Dames and Moore Ingenieros Consultores,
- **Mauricio Bratti R.**, Ingeniero Forestal, Asesor Forestal Proyecto Catastro de Bosque Nativo, CONAF,
- **Cristián Brito G.**, Técnico Forestal, Encargado Programa de Sanidad Forestal, Forestal Valdivia S.A.,
- **Jaime Büchner O.**, Ingeniero Forestal, Encargado Programa de Mejoramiento Genético, Forestal Valdivia S.A.,
- **Neri Carrasco P.**, Ingeniero Forestal, Contratista Forestal, Forestal Valdivia S.A.- Fundación Chile,
- **Luis Correa J.**, Ingeniero Forestal, Encargado Programa de Prevención de la Unidad de Manejo del Fuego, CONAF V Región,
- **Carlos Alberto González Benecke**, Ingeniero Forestal, Encargado de Ensayos, División Productividad de Sitios, Bioforest S.A.,
- **Christian Mora B.**, Ingeniero Forestal, Encargado Programa Manejo Intermedio, División Productividad de Sitios, Bioforest S.A.,
- **Miguel Peredo L.**, Ingeniero Forestal, Jefe División Propiedades de la Madera, Bioforest S.A., y
- **Juan Valencia C.**, Ingeniero Forestal, Encargado de Planificación de la Subgerencia Patrimonio, Forestal Valdivia S.A.,

Esta encuesta permitió definir algoritmos de destino de la biomasa forestal, según acciones, y asignar los pesos relativos para cada destino final. Estos algoritmos han sido ya usados en la elaboración del inventario del año 1994, de la serie 1984/1999 y 1984/2003; y revisados para la elaboración de esta nueva serie temporal 1984/2007. Los algoritmos considerados, presentados en los cuadros 5.9 a 5.14, fueron los siguientes:

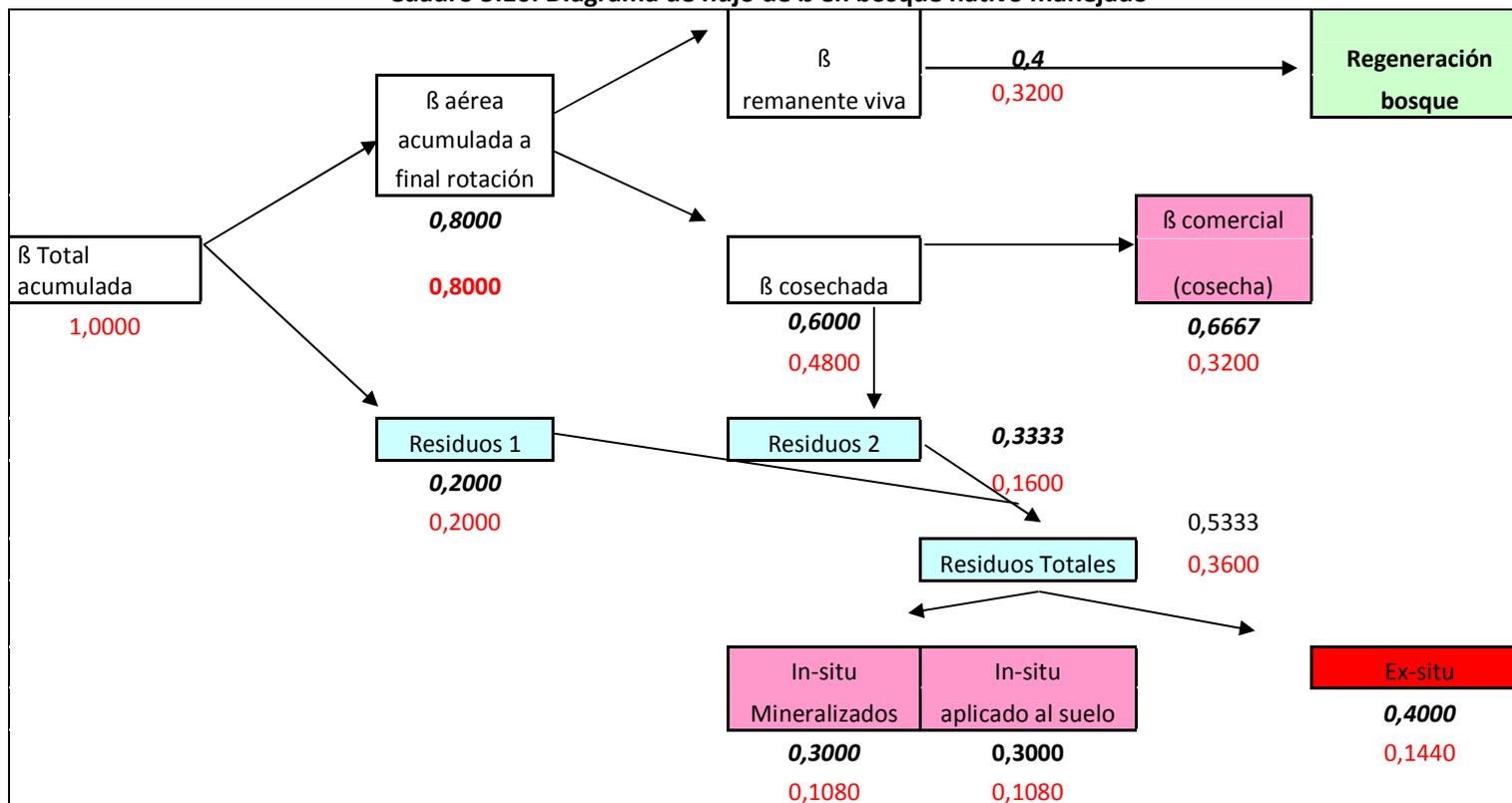
- residuos de la gestión forestal (plantaciones y bosque nativo manejado),
- incendios forestales (plantaciones y vegetación natural),
- habilitación de suelos forestales, y
- sustitución de bosque nativo.

Cuadro 5.9. Diagrama de flujo de β en plantaciones de árboles forestales



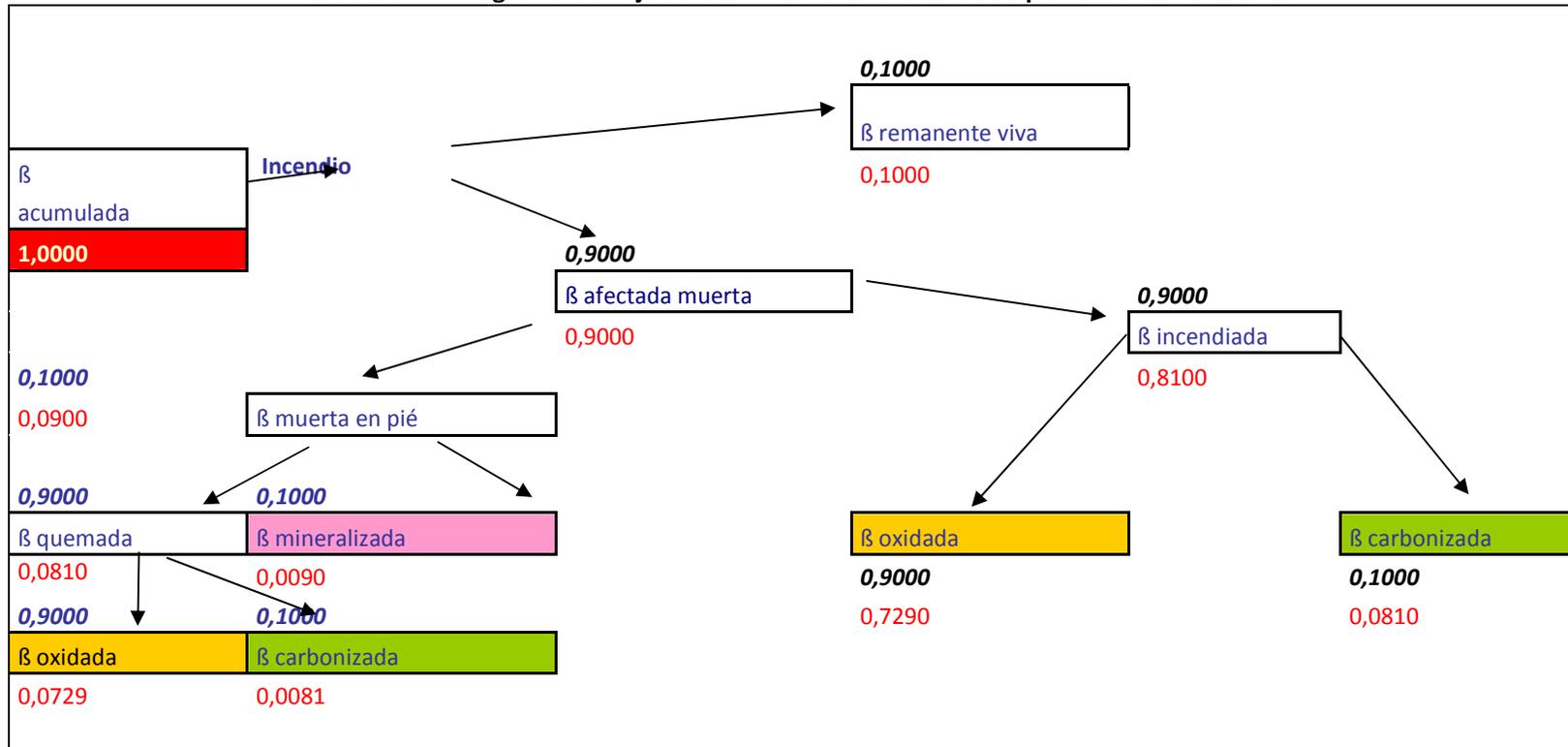
Emisión de (CO ₂ +CH ₄ +CO+N ₂ O+NO _x +COVNM)	Emisión de N ₂ O	Emisión de CO ₂ en energía; emisión de
Emisión de CO ₂	Emisión lenta de CO ₂	(CH ₄ +CO+N ₂ O+NO _x +COVNM) en LULUCF

Cuadro 5.10. Diagrama de flujo de β en bosque nativo manejado



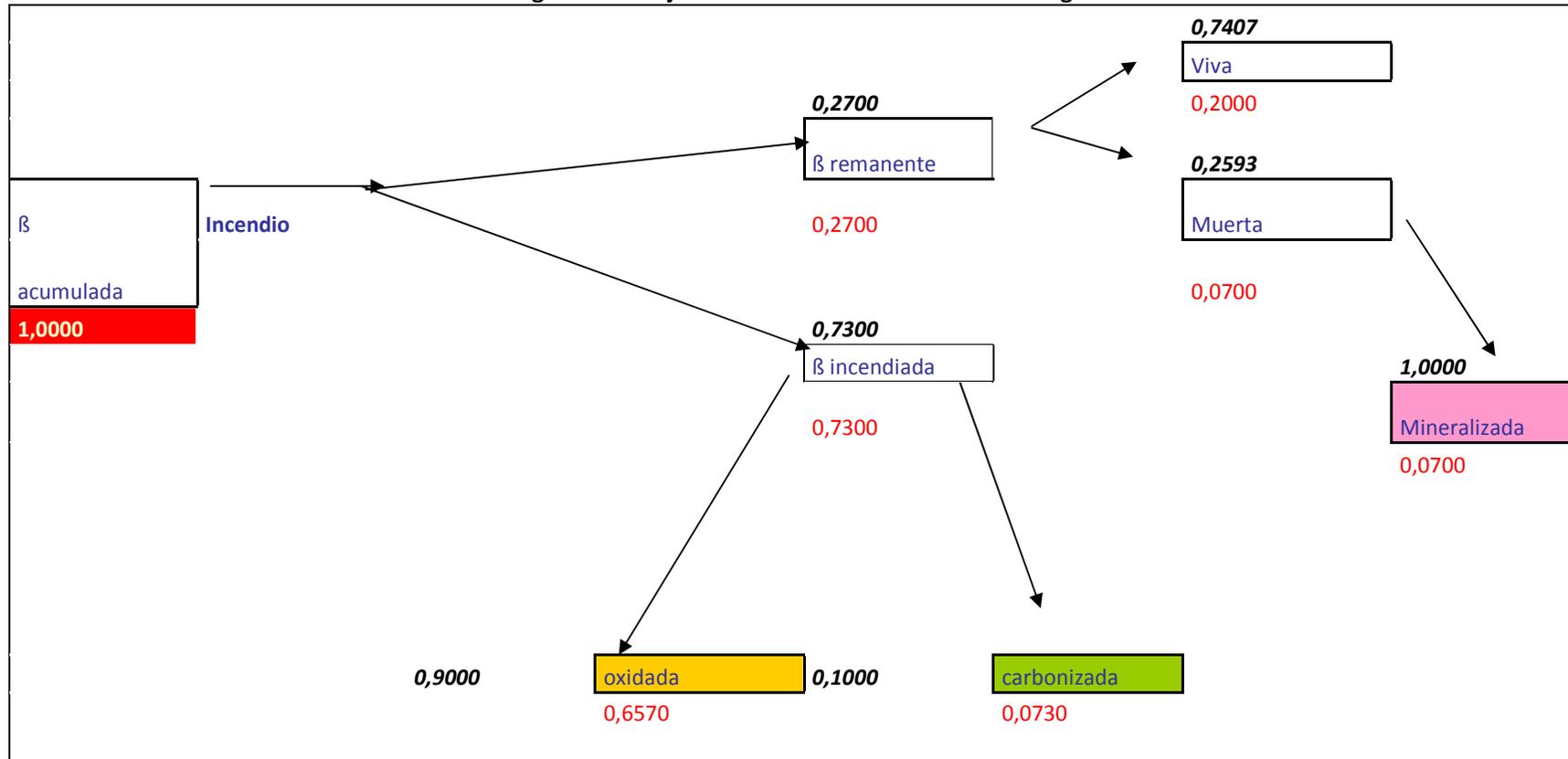
Emisión de (CO ₂ +CH ₄ +CO+N ₂ O+NO _x +COVNM)	Emisión de N ₂ O	Emisión de CO ₂ en energía; emisión de
Emisión de CO ₂	Emisión lenta de CO ₂	(CH ₄ +CO+N ₂ O+NO _x +COVNM) en LUCF

Cuadro 5.11. Diagrama de flujo de β en incendios forestales de plantaciones forestales



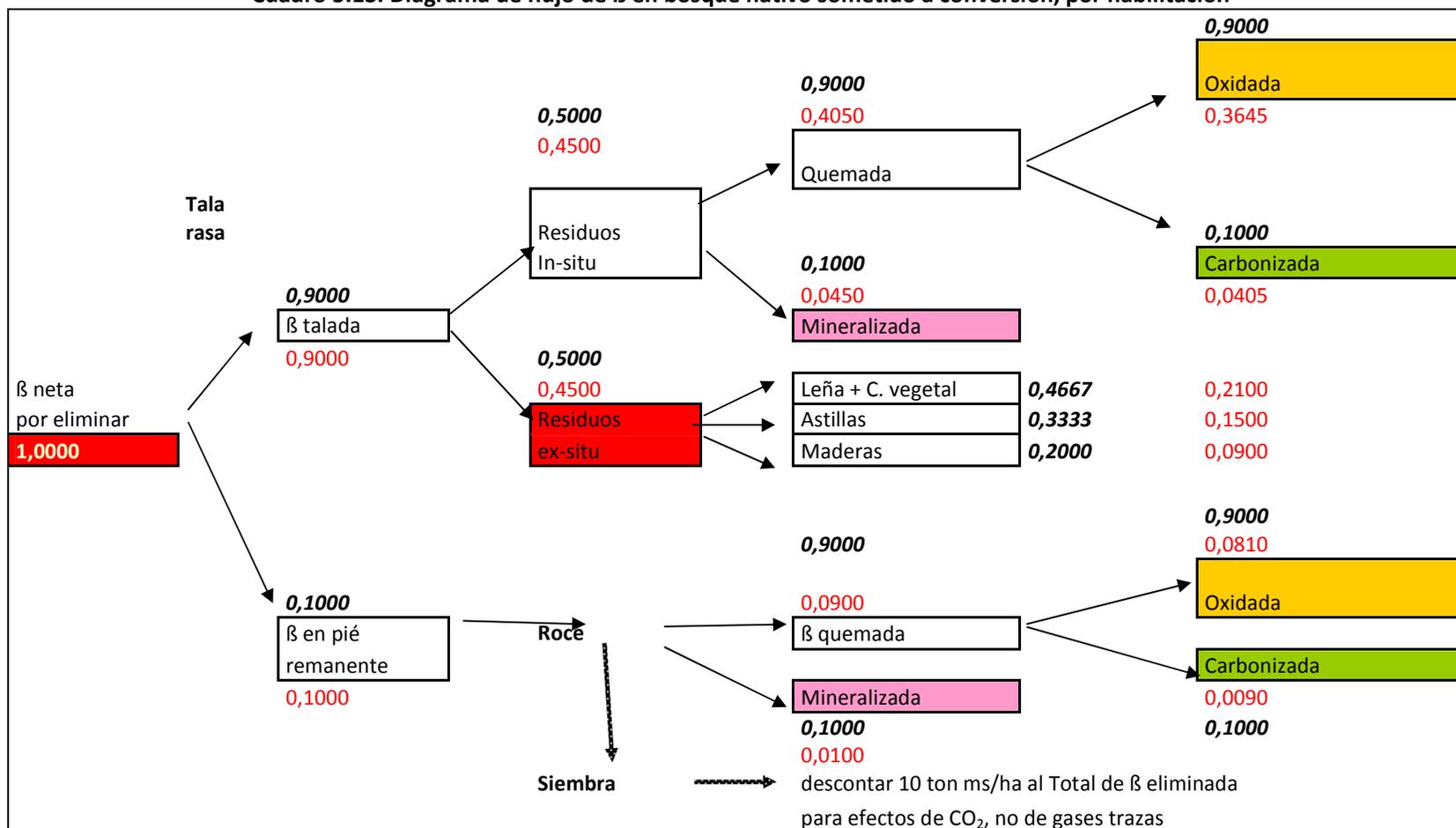
	Emisión de (CO ₂ +CH ₄ +CO+N ₂ O+NO _x +COVNM)		Emisión de N ₂ O		Emisión de CO ₂ en energía; emisión de
	Emisión de CO ₂		Emisión lenta de CO ₂		(CH ₄ +CO+N ₂ O+NO _x +COVNM) en LUCF

Cuadro 5.12. Diagrama de flujo de β en incendios forestales de vegetación natural



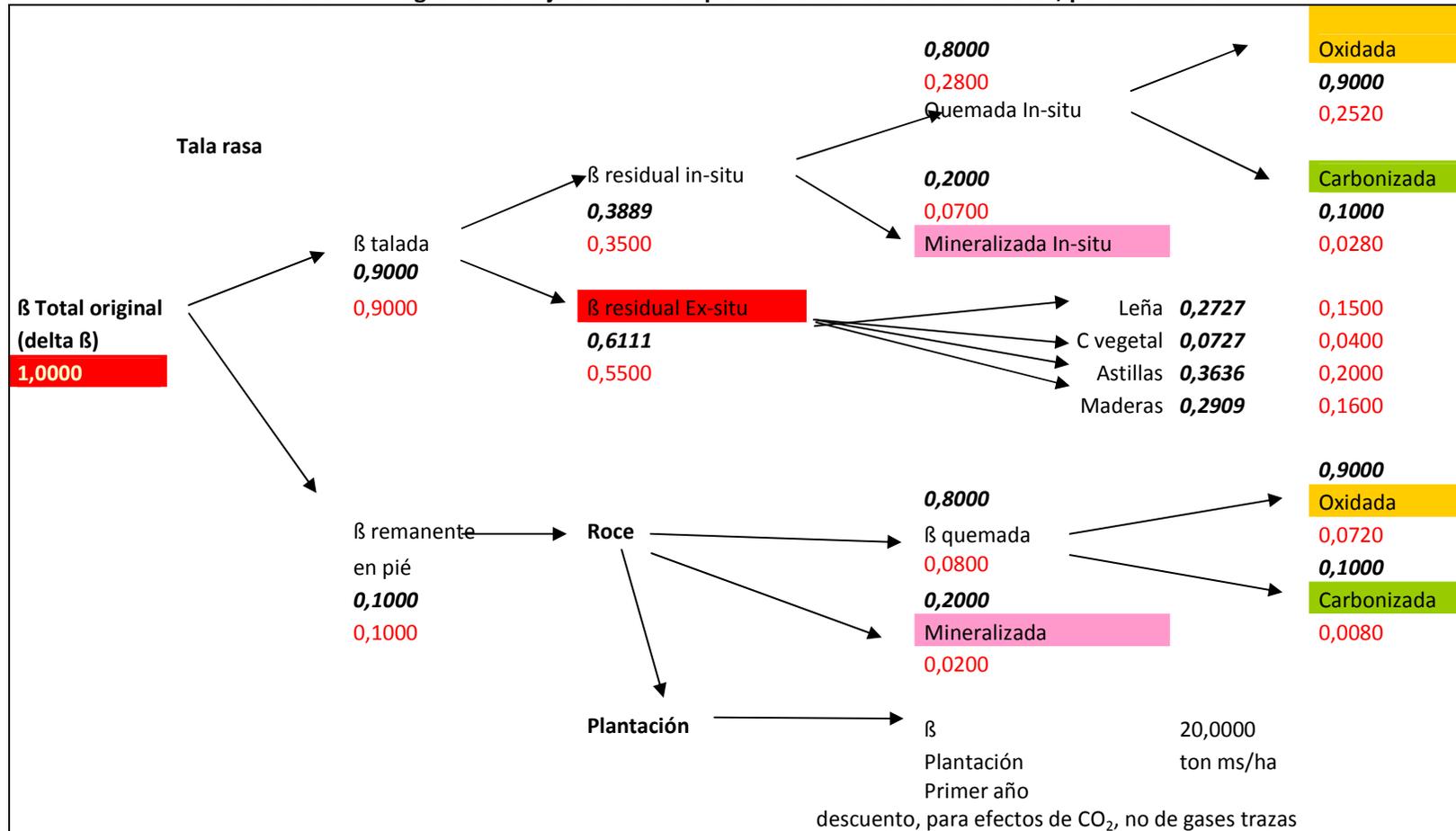
	Emisión de $(\text{CO}_2+\text{CH}_4+\text{CO}+\text{N}_2\text{O}+\text{NO}_x+\text{COVNM})$		Emisión de N_2O		Emisión de CO_2 en energía; emisión de $(\text{CH}_4+\text{CO}+\text{N}_2\text{O}+\text{NO}_x+\text{COVNM})$ en LUCF
	Emisión de CO_2		Emisión lenta de CO_2		

Cuadro 5.13. Diagrama de flujo de β en bosque nativo sometido a conversión, por habilitación



	Emisión de (CO ₂ +CH ₄ +CO+N ₂ O+NO _x +COVNM)		Emisión de N ₂ O		Emisión de CO ₂ en energía; emisión de
	Emisión de CO ₂		Emisión lenta de CO ₂		(CH ₄ +CO+N ₂ O+NO _x +COVNM) en LUCF

Cuadro 5.14. Diagrama de flujo de β en bosque nativo sometido a conversión, por sustitución



	Emisión de (CO ₂ +CH ₄ +CO+N ₂ O+NO _x +COVNM)		Emisión de N ₂ O		Emisión de CO ₂ en energía; emisión de
	Emisión de CO ₂		Emisión lenta de CO ₂		(CH ₄ +CO+N ₂ O+NO _x +COVNM) en LUCF

B. Caracterización del ganado

B.1. Nivel de caracterización, por especie

Debido a que, para las especies bovinas y porcinas, se decidió aplicar los métodos de nivel 2, para estas especies debió efectuarse una caracterización minuciosa; para las restantes especies, se aplicó una caracterización simplificada, lo que significa el uso de la población total, en este caso a nivel regional, sin desagregación por sexo, edad u otra característica.

B.2. Caracterización minuciosa del ganado

Población bovina. La primera actividad ejecutada fue la desagregación de la población en grupos de animales homogéneos. Ello se hizo en función del sexo, edad, peso, sistema de manejo, y macrorregiones ambientales. Las principales fuentes de información fueron:

- INE. 2003. Estudio de la ganadería bovina. Región del Maule, del Bío-Bío, de la Araucanía y los Lagos,
- INE. Censos Nacionales Agropecuarios 1977, 1997 y 2007,
- INE. 1984 a 1988. Estadísticas Pecuarias: Cultivos anuales esenciales - Producción vitivinícola - Ganado bovino zona sur, y
- juicio de experto⁷.

La desagregación en animales –tipo lecheros y no-lecheros- fue realizada por el consultor. Los cuadros 5.15 y 5.16 muestran los supuestos utilizados.

Cuadro 5.15. Desagregación del ganado bovino

Ganado lechero	Ganado no-lechero
Vacas lecheras	Vacas carne
	Vaquillas
	Adultos carne (novillos >2años, toros y torunos, bueyes)
	Jóvenes carne (novillos 1-2 años)
	Terneros

La esta estimación de la desagregación del ganado bovino, entre lechero y no-lechero se muestra en el Cuadro 5.16.

⁷ Francisco Salazar S. Investigador INIA-Remehue

Cuadro 5.16. Desagregación de vacas, en lecheras y no-lecheras

Región	% vacas lecheras	% vacas carne
XV	4%	96%
I	4%	96%
II	4%	96%
III	62%	38%
IV	47%	53%
V	26%	74%
XIII	48%	52%
VI	26%	74%
VII	14%	86%
VIII	38%	62%
IX	29%	71%
XIV	78%	22%
X	78%	22%
XI	4%	96%
XII	4%	96%

Población porcina. La desagregación del ganado porcino resultó más simple, contándose con toda la información necesaria, representada en el Cuadro 5.17.

Cuadro 5.17. Desagregación del ganado porcino

Marranas	En reproducción
	En crianza
	Hembras de desecho
Verracos	En servicio
	En crianza
Juveniles	Lechones
	Crianza y recria
	Engorda

Energía bruta, para “Fermentación entérica” (ganado bovino en pastoreo y confinado). La caracterización minuciosa conduce a una estimación de la energía bruta consumida, por cada animal-tipo y sistema de manejo. Este valor se utiliza, posteriormente, para estimar factores de emisión animal-tipo específicos. Para ello, se utilizó la metodología PICC, que se muestra a continuación. Para el ganado bovino, se efectuó la estimación de la energía bruta, orientada a su uso en la categoría de “Fermentación entérica”.

Los supuestos de trabajo, para ganado bovino lechero y no-lechero, se indican en el Cuadro 5.18.

Cuadro 5.18. Supuestos utilizados para el ganado bovino

	<u>Vacas lecheras</u>	<u>Vacas carne</u>	
Factor en lactancia (Cf)	0,335		
Factor sin lactancia (Cf)	0,322		
Tiempo en lactancia	305	83,6%	180
Tiempo sin lactancia	60	16,4%	
Vacas preñadas/año (%)	90,0%		90,0%

La producción de leche, mostrada en el Cuadro 5.19, fue calculada para el año 2003, por contarse con la mayor información; se hizo extensiva (según criterio de experto) a todos los años de la serie.

**Cuadro 5.19. Producción de leche por vacas en pastoreo
(Litros producidos al año)**

Plantas lecheras	85%	1.044.076.823
Otros usos	15%	184.248.851
Total	100%	1.228.325.674

Nº de vacas	L leche /vaca/año	L/día/vaca	densidad Kg/L	Kg de leche	
429.218	2.862	9,4	1,03	9,7	Leche
53.842	450	2,5	1,03	2,6	Carne

Con estos datos, se está en condiciones de estimar la energía bruta, consumida por animal-tipo y sistema de manejo, lo que se presenta en el Cuadro 5.20.

Cuadro 5.20. Determinación de la Energía Bruta en el ganado bovino-lechero y no-lechero por pastoreo directo, “Fermentación entérica”

Valores por defecto																				
Cálculos de energía																				
Valores nacionales (juicio de expertos)																				
	Peso en pie Kg	Cf-por defecto	Energía neta necesaria para mantenimiento (ENm)	Coef. de aliment. (Ca)	Energía neta para actividad (ENa)	Energía neta debida a pérdida de peso	Coef. crecimiento	Peso corporal de animal adulto	Aumento de peso por día (kg/día)	Energía neta para crecimiento (ENC)	Coef. para la preñez	Energía neta para la preñez (ENp)	kg de leche por día	Grasa	Energía para lactancia (ENl)	Energía neta para la labor	Relación de la energía neta para mantenimiento en dieta/energía digestible consumida	Relación de la energía neta para crecimiento en dieta/energía digestible consumida	Digest. de los alimentos (ED)	Energía bruta (EB)
Vacas en leche	550	0,335	38,0	0,17	6,47	0	0,8	550	0	0,00	0,1	3,42	9,66	3,5%	14,3	0	0,52	0,31	65	184,44
Vacas carne	500	0,335	35,4	0,17	6,02	0	0,8	500	0	0,00	0,1	3,19	2,57	3,0%	3,8	0	0,52	0,31	65	143,48
vaquillas	300	0,322	23,2	0,17	3,95	0	0,8	500	0,4	6,50	0b	0,00	0	0	0,0	0	0,52	0,31	65	112,82
adultos carne	450	0,322	31,5	0,17	5,35	0	1,0	540	0,4	7,03	0	0,00	0	0	0,0	0	0,52	0,31	65	144,07
jóvenes carne	260	0,322	20,8	0,17	3,54	0	0,9	450	0,3	4,22	0	0,00	0	0	0,0	0	0,52	0,31	65	93,27
terneros	150	0,322	13,8	0,17	2,35	0	0,9	260	0,3	4,21	0	0,00	0	0	0,0	0	0,52	0,31	65	68,83
Fuente	Cuadro 4.4		Ecuación 4.1	Cuadro 4.5	Ec. 4.2 ^a	Ec. 4.4a			Tabla A-2		Cuadro 4.7	Ec. 4.8			Ec. 4.5a	Ec. 4.6	Ec. 4,9	Ec. 4,10		Ec. 4.11 Orientación PICC
Manual	BP PICC		BP PICC	BP PICC	BP PICC	BP PICC	BP PICC		Directrices		BP PICC	BP PICC			BP PICC	BP PICC	BP PICC	BP PICC		BP PICC
Supuesto				Pradera		no hay pérdida	Pág. 4.18		Europa del este -no carne- Pasture/ range							no hay labor/trabajo				

La producción de leche, mostrada en el Cuadro 5.21, en sistemas confinados, se calculó para el año 2003, considerándose inalterada durante toda la serie temporal.

Cuadro 5.21. Producción de Leche, por vacas en confinamiento
Litros de leches producidos

Plantas	85%	155.168
Otros usos	15%	27.383
Total	100%	182.551

Nº de vacas	L leche /año	L/día/vaca	densidad Kg/L	Kg de leche	
31.928	5.718	18,7	1,03	19,3	Leche
34.588	450	2,5	1,03	2,6	Carne

Todos estos supuestos son utilizados, para determinar la energía bruta en el ganado bovino en sistemas confinados (Cuadro 5.22).

Cuadro 5.22. Determinación de la energía bruta en el ganado bovino-lechero y no-lechero para sistemas confinados, “Fermentación entérica”

Valores por defecto																				
Cálculos de energía																				
Valores nacionales																				
	Peso en pie Kg	Cf-por defecto	Energía neta necesaria para mantenimiento (ENm)	Coefficiente de aliment. (Ca)	Energía neta para actividad (ENa)	Energía neta debida a pérdida de peso	Coefficiente crecimiento	Peso corporal de animal adulto	Aumento de peso por día (kg/día)	Energía neta para crecimiento (ENc)	Coefficiente para la preñez	Energía neta para la preñez (ENp)	kg de leche por día	Grasa	energía para lactancia (ENl)	Energía neta para la labor	Relación de la energía neta para mantenimiento en dieta/energía digestible consumida	Relación de la energía neta para crecimiento en dieta/energía digestible consumida	Digest. de los aliment. (ED)	Energía bruta (EB)
Vacas en leche	600	0,335	40,6	0	0,00	0	0,8	600	0	0,00	0,1	3,66	19,31	3,5%	28,7	0	0,54	0,33	70	194,55
Vacas carne	500	0,322	34,0	0	0,00	0	0,8	500	0	0,00	0,1	3,06	2,57	3,0%	3,8	0	0,54	0,33	70	109,19
vaquillas	350	0,322	26,1	0	0,00	0	0,8	550	0,7	12,54	0	0,00	0	0	0,0	0	0,54	0,33	70	123,40
adultos carne	450	0,322	31,5	0	0,00	0	1,0	450	1,3	29,37	0	0,00	0	0	0,0	0	0,54	0,33	70	210,08
jóvenes carne	250	0,322	20,2	0	0,00	0	0,9	450	0,4	5,61	0	0,00	0	0	0,0	0	0,54	0,33	70	78,12
terneros	150	0,322	13,8	0	0,00	0	0,9	250	0,9	14,48	0	0,00	0	0	0,0	0	0,54	0,33	70	99,00
Fuente	Cuadro 4.4		Ec. 4.1	Cuadro 4.5	Ec. 4.2a	Ec. 4.4a			Tabla A-2		Cuadro 4.7	Ec. 4.8			Ec. 4.5a	Ec. 4.6	Ec. 4.9	Ec. 4.10		Ec. 4.11 Orient. PICC
Manual	BP PICC		BP PICC	BP PICC	BP PICC	BP PICC	BP PICC		Directrices		BP PICC	BP PICC			BP PICC	BP PICC	BP PICC	BP PICC		BP PICC
Supuesto				Pradera		no hay pérdida	Pág. 4.18		North America							no hay labor/trabajo				
									Pasture/ range											
									Stall Fed											

Energía bruta para ganado bovino y porcino, para “Manejo del estiércol”. La estimación de la energía bruta, fue efectuada por cada animal-tipo, para cada uno de los sistemas de manejo del ganado bovino y porcino.

Ganado bovino en pastoreo. En este caso, el cálculo de la energía bruta, fue efectuado por cada animal-tipo. Se debió desagregar por condiciones ambientales, considerándose, según juicio del experto, un clima templado, entre las regiones I y VII, y un clima templado-frío, desde la VII a la XII regiones. Se destaca que, en función de estos microclimas, se determinaron los supuestos a considerar para la determinación la energía bruta, para ganado bovino en pastoreo. En este caso, la estimación de emisiones de metano por manejo del estiércol, requiere de un paso intermedio, que es la estimación del factor de conversión de metano (FCvM). Los resultados se muestran en los cuadros 5.25 (clima templado) y 5.26 (clima templado-frío).

Ganado bovino en confinamiento. Se trabajó con los supuestos, para ganado bovino en vacas lecheras (ganado lechero) y vacas carne (ganado no-lechero) y la energía bruta, fue efectuada por cada animal-tipo. Se consideró que todo sistema confinado corresponde a climas templados fríos, con manejo del estiércol por lagunas anaeróbicas.

En ambos casos, bovinos confinados y no confinados, la caracterización minuciosa continúa hasta la estimación del factor de conversión de metano (FCvM), variable de base para estimar las emisiones de metano, por manejo del estiércol (Cuadro 5.25).

Ganado porcino (100% en confinamiento). La determinación de la energía bruta fue estimada para cada grupo de animales homogéneos. Todo el ganado porcino es producido bajo confinamiento, con sistemas más o menos homologables, por lo que se hizo una estimación única de la energía bruta y factor de conversión de metano (FCM), por animal tipo confinado, manejado con un tratamiento líquido del estiércol producido. Debido a la condición de confinamiento, se estimó no pertinente entrar a desagregar por macrorregiones ambientales (Cuadro 5.24).

Cuadro 5.23. Manejo del estiércol de bovino en pastoreo, región templada (regiones administrativas XV a VII)

	Peso en pie Kg	Energía bruta (EB)	Ingesta de alimentos (kg/ms/día)	Digestibilidad de los alimentos (DE)	Contenido de cenizas del estiércol (ASH %)	Excreción de sólidos volátiles (kg dm/día) (VS)	Capacidad Máxima del Estiércol para producir CH ₄ (m ³ CH ₄ /kg SV) (Bo)	Factor de Conversión de Metano (%) (FCM)
Vacas en leche	550,0	184,4	13,8	65,0	8,0	3,2	0,2	1,5
Vacas carne	500,0	154,5	8,3	65,0	8,0	2,7	0,2	1,5
Vaquillas	300,0	112,8	8,1	65,0	8,0	2,0	0,2	1,5
adultos carne	450,0	144,1	8,1	65,0	8,0	2,5	0,2	1,5
jóvenes carne	260,0	93,3	8,1	65,0	8,0	1,6	0,2	1,5
Terneros	150,0	68,8	4,5	65,0	8,0	1,2	0,2	1,5
Fuente			Tabla B-1			Ecuación 4.16	Tabla B-1	Tabla 4-8
Manual			Directrices PICC		Directrices PICC	BP PICC	Directrices PICC	Directrices PICC
Supuesto			W. Europe		Estándar 8%		W. Europe	Temperado y pastoreo

Cuadro 5.24. Manejo del estiércol bovino en pastoreo, región templada y fría (regiones administrativas VIII-XII)

	peso en pie Kg	Energía bruta (EB)	Ingesta de alimentos (kg/ms/día)	Digestibilidad de los alimentos (DE)	Contenido de cenizas del estiércol (ASH %)	Excreción de sólidos volátiles (kg dm/día) (VS)	Capacidad Máxima del Estiércol para producir CH ₄ (m ³ CH ₄ /kg SV) (Bo)	Factor de Conversión de Metano (%) (FCM)
Vacas en leche	550,0	184,4	13,8	65,0	8,0	3,2	0,2	1,0
Vacas carne	500,0	154,5	8,3	65,0	8,0	2,7	0,2	1,0
Vaquillas	300,0	112,8	8,1	65,0	8,0	2,0	0,2	1,0
adultos carne	450,0	144,1	8,1	65,0	8,0	2,5	0,2	1,0
jóvenes carne	260,0	93,3	8,1	65,0	8,0	1,6	0,2	1,0
Terneros	150,0	68,8	4,5	65,0	8,0	1,2	0,2	1,0
Fuente			Tabla B-1			Ecuación 4.16	Tabla B-1	Tabla 4-8
Manual			Directrices PICC		Directrices PICC	BP PICC	Directrices PICC	Directrices PICC
Supuesto			W. Europe		Estándar 8%		W. Europe	Fría y pastoreo

Cuadro 5.25. Manejo del estiércol bovino en confinamiento, región templada y fría (regiones administrativas XIII-X)

	Peso en pie Kg	Energía bruta (EB)	Ingesta de alimentos (kg/ms/día)	Digestibilidad de los alimentos (DE)	Contenido de cenizas del estiércol (ASH %)	Excreción de sólidos volátiles (kg dm/día) (VS)	Capacidad Máxima del Estiércol para producir CH ₄ (m ³ CH ₄ /kg SV) (Bo)	Factor de Conversión de Metano (%) (FCM)
Vacas en leche	600,0	194,6	13,8	70,0	8,0	2,9	0,2	90,0
Vacas carne	500,0	119,1	8,3	70,0	8,0	1,8	0,2	90,0
Vaquillas	350,0	123,4	8,1	70,0	8,0	1,9	0,2	90,0
adultos	450,0	210,1	8,1	70,0	8,0	3,1	0,2	90,0
Jóvenes carne	250,0	78,1	8,1	70,0	8,0	1,2	0,2	90,0
Terneros	150,0	99,0	4,5	70,0	8,0	1,5	0,2	90,0
Fuente			Tabla B-1			Ecuación 4.16	Tabla B-1	Tabla 4-8
Manual			Directrices PICC		Directrices PICC	BP PICC	Directrices PICC	Directrices PICC
Supuesto			W. Europe		Estándar 8%		W. Europe	Temperado y fría laguna anaeróbica

Cuadro 5.26. Ganado porcino confinado (sistema líquido de manejo del estiércol)

	Peso en pie Kg	Energía bruta (EB)	Ingesta de alimentos (kg/ms/día)	Digestibilidad de los alimentos (DE)	Contenido de cenizas del estiércol (ASH %)	Excreción de sólidos volátiles (kg dm/día) (VS)	Capacidad Máxima del Estiércol para producir CH ₄ (m ³ CH ₄ /kg SV) (Bo)	Factor de Conversión de Metano (%) (FCM)
Verraco	150,0	38,0	2,1	75,0	8,0	0,5	0,5	90,0
Marrana	120,0	30,4	1,7	75,0	8,0	0,4	0,5	90,0
Juveniles	40,0	10,1	0,6	75,0	8,0	0,1	0,5	90,0
Fuente		Tabla B-2	Tabla B-2	Tabla B-2		Ecuación 4.16	Tabla B-2	Tabla 4-8
Manual		Directrices PICC	Directrices PICC	Directrices PICC	Directrices PICC	BP PICC	Directrices PICC	Directrices PICC
Supuesto		Developed countries	Developed countries	Developed countries	Estándar 8%		Developed countries	Temperado y laguna anaeróbica

C. Incorporación de nuevas regiones administrativas XV y XIV

Debido a la nueva división administrativa del año 2007, donde Chile queda dividido en 15 regiones, es una necesidad para la coherencia temporal del inventario GEI 1984/2007, aplicar esta incorporación de regiones en forma retroactiva.

A continuación se presenta la metodología utilizada para la incorporación de las nuevas regiones, en la serie temporal 1984/2007.

C.1. Desagregación de población animal

Para la asignación de población animal para las regiones XV y XIV, se consideró la información obtenida en el VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, 2007, donde se obtuvo una proporción por especie para cada región; ello es mostrado en el Cuadro 5.27.

Cuadro 5.27. Factor de desagregación por región, VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal 2007

Región	Bovinos	Ovinos	Cerdos	Equinos			Caprinos	Camélidos	
				Caballares	Murales	Asnales		Alpacas	Llamas
				Cabezas					
XV de Arica y Parinacota	2,3	18,2	2,3	0,3	0,1	0,1	6,0	19,1	17,4
I de Tarapacá	0,1	10,1	1,6	0,0	0,3	0,6	2,3	3,5	23,7
Suma regiones XV+I	2,4	28,3	3,9	0,4	0,4	0,7	8,4	22,6	41,1
Factor XV	0,9	0,6	0,6	0,9	0,4	0,2	0,7	0,8	0,4
Factor I	0,1	0,4	0,4	0,1	0,6	0,8	0,3	0,2	0,6
XIV de Los Ríos	621,6	116,1	34,3	14,3	0,0	0,0	9,3	0,5	0,4
X de Los Lagos	1.047,2	315,2	79,8	22,8	0,1	0,1	11,1	0,6	0,5
Suma regiones XIV + X	1.668,8	431,3	114,1	37,1	0,1	0,1	20,5	1,1	0,9
Factor XIV	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5
Factor X	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,9	0,5	0,5	0,5

C.1.2. Desagregación de ganado bovino entre lechero y no-lechero

La desagregación del ganado Bovino lechero y no-lechero, se realizó con factores por región, que incluyen las nuevas regiones XIV, XV. Este factor de desagregación se obtuvo por criterio de experto INIA⁸ y está indicado en el Cuadro 5.16.

C.1.3. Desagregación de ganado porcino

La desagregación del ganado porcino en tres grupos de animales homogéneos (marranas, verracos y juveniles) se realizó con información obtenida en el VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, 2007 e información del anuario agropecuario 2007. El Cuadro 5.28 muestra los factores obtenidos por macrorregión para el ganado porcino.

Cuadro 5.28. Factor de desagregación de ganado porcino por macrorregión

Ganado porcino	Región	XV-V		XIII		VI		VII		VIII		IX-XII	
		nº Kcab	%	nº Kcab	%	nº Kcab	%	nº Kcab	%	nº Kcab	%	nº Kcab	%
Hembras	En reproducción	2,7	11,2	30,9	8,1	164,6	7,4	5,9	7,3	12,0	7,7	3,1	9,3
	En crianza	0,5	2,1	7,3	1,9	31,4	1,4	0,7	0,9	2,5	1,6	0,3	1,0

⁸ Francisco Salazar S. Investigador, INIA-Remehue

Ganado porcino	Región	XV-V		XIII		VI		VII		VIII		IX-XII	
		nº Kcab	%	nº Kcab	%	nº Kcab	%	nº Kcab	%	nº Kcab	%	nº Kcab	%
	Hembras de desecho	0,0	0,1	0,3	0,1	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,1
Machos	En servicio	0,1	0,3	0,5	0,1	2,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2
	En crianza	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Juveniles	lechones	4,1	17,1	49,3	12,9	245,3	11,0	12,2	15,0	18,5	12,0	5,6	17,1
	Crianza y recría	11,5	47,5	124,5	32,6	290,2	13,0	29,5	36,4	49,2	31,8	2,5	7,5
	Engorda	5,3	21,8	169,2	44,3	1.499,2	67,1	32,5	40,2	72,2	46,6	21,3	64,8
		<i>Zona Norte</i>				<i>Zona centro</i>						<i>Zona sur</i>	

C.1.4. Desagregación de Aves

Para la desagregación de las especies de aves de corral se utilizó la información de los censos agropecuarios 1997 y 2007, además de “Cifras de la Encuesta Nacional Avícola. Incluye gallos, gallinas, pollos y pollas”, año 2007 (Cuadro 5.29).

Cuadro 5.29. Factor de desagregación aves de corral

Región	Factor desagregación pollas, pollos, gallos y gallinas	Factor desagregación pavos	Factor desagregación patos, gansos
XV Región	1,0	0,7	0,7
I Región	0,0	0,4	0,3
XIV Región	0,3	0,4	0,4
X Región	0,7	0,6	0,6

C.2. Cultivación del arroz, suelos agrícolas y quema de residuos agrícolas

Para las categorías: Cultivación del arroz, Suelos agrícolas y Quema de residuos agrícolas, se necesitan datos de actividad sobre superficie agrícola, cultivos agrícolas, fertilizantes sintéticos y plantaciones frutales, por lo que se hará referencia a estos datos de actividad, y no se hará desagregación por categoría. Para la desagregación regional de las superficies, se utilizó el VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal 2007.

La desagregación de las regiones XV-I y XIV-X para cultivos anuales, se muestran en los cuadros 5.30 y 5.31, para plantaciones frutales, cuadros 5.32 y 5.33, cultivos fijadores de nitrógeno, cuadros 5.34 y 5.35 y hortalizas, cuadros 5.36 y 5.37.

Cuadro 5.30. Desagregación regional (%) de superficie de cultivos anuales, XV y I regiones

Especie/región	% PARTICIPACION	
	XV	I
Leguminosas		
Lenteja	50,0	50,0
Arveja grano	50,0	50,0
Chícharo	50,0	50,0
Garbanzo	50,0	50,0
Poroto grano	50,0	50,0
Lupino	50,0	50,0
Cereales o gramíneas		
Arroz	50,0	50,0
Avena	50,0	50,0
Cebada	50,0	50,0
Centeno	50,0	50,0
Maíz	80,2	19,8
Trigo	0,0	100,0
Triticale	50,0	50,0
Otros		
Maravilla	50,0	50,0
Papas	20,4	79,6
Raps canola	50,0	50,0
Remolacha	50,0	50,0
Tabaco	50,0	50,0

Cuadro 5.31. Desagregación regional (%) de superficie de cultivos anuales, XIV y X regiones

Especie/región	% PARTICIPACION	
	XIV	X
Leguminosas		
Lenteja	0,0	100,0
Arveja grano	61,3	38,7
Chícharo	50,0	50,0
Garbanzo	50,0	50,0
Poroto grano	100,0	0,0
Lupino	11,7	88,3
Cereales o gramíneas		
Arroz	50,0	50,0
Avena	38,6	61,4
Cebada	65,5	34,5
Centeno	45,1	54,9
Maíz	50,0	50,0
Trigo	55,9	44,1
Triticale	47,9	52,1
Otros		
Maravilla	50,0	50,0
Papas	26,2	73,8
Raps canola	82,7	17,3
Remolacha	100,0	0,0
Tabaco	50,0	50,0

Cuadro 5.32. Desagregación regional (%) de superficie de plantaciones frutales, XV y I regiones

Especie/región	% PARTICIPACION	
	XV	I
Almendros	50,0	50,0
Cerezos	50,0	50,0
Ciruelos (japonés y europeos)	77,7	22,3
Damascos	70,6	29,4
Duraznos (frescos y conserveros)	40,0	60,0
Kiwis	50,0	50,0
Manzanos Total (rojos y verdes)	88,3	11,7
Nectarines	0,0	100,0
Nogales	50,0	50,0
Perales (europeos y asiáticos)	23,7	76,3
Vides de consumo fresco	0,0	100,0
Vides de vinificación	100,0	0,0
Vides pisqueras	50,0	50,0

Cuadro 5.33. Desagregación regional (%) de superficie de plantaciones frutales, XIV y X regiones

Especie/región	% PARTICIPACION	
	XIV	X
Almendros	50,0	50,0
Cerezos	49,0	51,0
Ciruelos (japonés y europeos)	44,6	55,4
Damascos	50,0	50,0
Duraznos (frescos y conserveros)	50,0	50,0
Kiwis	100,0	0,0
Manzanos total (rojos y verdes)	46,6	53,4
Nectarines	50,0	50,0
Nogales	50,0	50,0
Perales (europeos y asiáticos)	7,5	92,5
Vides de consumo fresco	50,0	50,0
Vides de vinificación	0,0	100,0
Vides pisqueras	50,0	50,0

Cuadro 5.34. Desagregación regional (%) de superficie de cultivos fijadores de nitrógeno, XV y I regiones

Especie/región	% PARTICIPACION	
	XV	I
Trébol alejandrino	50,0	50,0
Alfalfa	90,8	9,2

Cuadro 5.35. Desagregación regional (%) de superficie de cultivos fijadores de nitrógeno, XV y I regiones

Especie/región	% PARTICIPACION	
	XIV	X
Trébol alejandrino	86,4	13,6
Alfalfa	82,0	18,0

Cuadro 5.36. Desagregación regional (%) de la superficie de hortalizas, XV y I regiones

Especie/región	% PARTICIPACION	
	XV	I
Cereales		
Choclo	89,9	10,1
Solanáceas		
Tomate	99,9	0,1
Pimiento	100,0	0,0
Leguminosas		
Arveja verde	96,6	3,4
Poroto granado	100,0	0,0
Poroto verde	100,0	0,0
Haba	62,5	37,5
Cucurbitáceas		
Melón	15,1	84,9
Pepino ensalada	100,0	0,0
Sandía	0,0	100,0
Zapallo italiano	97,9	2,1
Zapallo temprano y de guarda	30,8	69,3
Hortalizas de hoja		
Achicoria	50,0	50,0
Lechuga	64,9	35,1
Repollo	92,8	7,2

Cuadro 5.37. Desagregación regional (%) de la superficie (ha) de hortalizas, XIV y X regiones

Especie/región	% PARTICIPACION	
	XIV	X
Cereales		
Choclo	63,9	36,1
Solanáceas		
Tomate	65,7	34,3
Pimiento	73,3	26,7
Leguminosas		
Arveja verde	27,3	72,8
Poroto granado	77,9	22,1
Poroto verde	50,8	49,2
Haba	41,4	58,6
Cucurbitáceas		
Melón	50,0	50,0
Pepino ensalada	47,2	52,8
Sandía	50,0	50,0
Zapallo italiano	56,7	43,3
Zapallo temprano y de guarda	71,4	28,6
Hortalizas de hoja		
Achicoria	50,0	50,0
Lechuga	41,0	59,0
Repollo	53,2	46,8

En algunas situaciones, el VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal 2007, no presenta superficie para todas las especies, por lo que se les asignó un valor de 50% (por defecto) para cada especie por región.

C.3. Residuos sólidos urbano (RSU)

La desagregación de residuos sólidos para las regiones XIV-X y XV-I, se realizó con información de catastros 2000 y 2005, usando los datos por comuna para cada región, además de supuestos estadísticos obtenidos en el informe anual del medio ambiente 2007, CONAMA.

Los porcentajes de residuos obtenidos para la incorporación de las regiones se presentan en el Cuadro 5.38.

Cuadro 5.38. Incorporación de regiones XV y XIV, RSU

Región	ton/año 2000	Fracción de incorporación	ton/año 2007	Fracción de incorporación
XV	36.091,0	0,3	76.062,0	0,5
I	79.812,0	0,7	75.750,0	0,5
XIV	59.396,0	0,2	109.110,0	0,4
X	201.090,0	0,8	201.479,0	0,7

C.4. Caudal tratado de aguas de aguas servidas y lodos domésticos

Se realizó la incorporación de regiones XV y XIV, según información de los informes de gestión anual de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, como muestra el Cuadro 5.39.

Cuadro 5.39. Incorporación de regiones XV y XIV, factor de aguas servidas tratadas

Región	2007	Factor de desagregación
XV	189.713,0	0,4
I	257.548,0	0,6
XIV	187.636,0	0,3
X	476.699,0	0,7

C.5. RILes y DBO en aguas residuales tratadas

La incorporación de las regiones XV-I y XIV-X, en función de caudal y DBO de RILes, esta incorporación se realizó con las dos únicas fuentes de información, el catastro de RILes de 1992 y su actualización el año 1998, información publicada por SISS. La incorporación de regiones se realizó con la estimación de caudal y DBO por provincia (Cuadro 5.40).

Cuadro 5.40. Incorporación de regiones XV y XIV, caudal y DBO, RILes

Región	Factor de incorporación Caudal	Factor de incorporación DBO
XV	0,7	0,2
I	0,3	0,8
XIV	0,3	0,0
X	0,7	1,0

C.6. Incineración de residuos hospitalarios

La incorporación de los datos de actividad de residuos hospitalarios para las regiones XV-I y XIV-X, se realizó con criterio de expertos⁹ el cual consideró los valores incluidos en el Cuadro 5.41.

Cuadro 5.41. Incorporación de regiones XV-I y XIV-X, residuos hospitalarios

Región	Factor de incorporación Residuos Hospitalarios
XV	0,0
I	1,0
XIV	0,5
X	0,5

Esta incorporación se determinó por actividad hospitalaria de las regiones, donde entre las regiones XIV-I, el hospital importante se encuentra en la I región, y entre XV-X, la atención hospitalaria se da por igual en ambas regiones.

C.7. Superficie forestal

La desagregación de las superficies de plantaciones forestales, fueron realizadas en base al Anuario Forestal 2008 (INFOR, 2009). La incorporación sólo corresponde a la desagregación de la región X-XIV, ya que no fue necesario incorporar la XV Región debido a la inexistencia de superficies forestales comercial. Cuadro 5.42.

Cuadro 5.42. Incorporación de la Región XIV, superficie forestal (ha)

Región Especie/Año	XIV	X	Total	Fracción	
	(ha)	(ha)		XIV	X
Pino Insigne	106.762	15.179	121.941	0,9	0,1
Eucalipto	61.067	42.184	103.251	0,6	0,4
Atriplex	0	0	0	0,5	0,5
Tamarugo/Algarrobo	0	0	0	0,5	0,5
Pino Oregón	3.703	643	4.346	0,9	0,1
Álamo	421	142	563	0,7	0,3
Nothofagus sp	0	579	579	0,0	1,0
Otras especies (INFOR)	8.747	3.499	12.246	0,7	0,3
Total 2 con INFOR	180.700	62.226	242.926		

C.8. Renovales de bosque nativo

La incorporación de los renovales de la XIV Región, fue realizada en base a la desagregación presentada en Monitoreo y Actualización de Uso de Suelo y Vegetación, Región de Los Ríos y Región de Los Lagos (CONAF, 2007). Cuadro 5.43.

⁹ Paola Arata Z. Ing. Industrial. Consultora Externa

Cuadro 5.43. Incorporación de la Región XIV, superficie de renovales (ha)

Tipo Renoval	Renovales 2006		Total	Fracción	
	XIV	X		XIV	X
Renoval denso	73.573,5	50.251,5	123.825,0	0,6	0,4
Renoval semidenso	107.082,4	73.138,3	180.220,6	0,6	0,4
Renoval abierto	40.294,4	27.521,5	67.815,9	0,6	0,4
Adulto + Renoval denso	29.363,1	20.055,3	49.418,4	0,6	0,4
Adulto + Renoval semidenso	32.744,5	22.364,8	55.109,3	0,6	0,4
Adulto + Renoval abierto	6.819,6	4.657,8	11.477,4	0,6	0,4

C.9. Cosecha forestal

La cosecha forestal está dividida en consumo de leña y consumo de trozas industriales.

C.9.1. Consumo de leña

La desagregación fue realizada en base a la población rural existente en las regiones XIV-X, información obtenida desde el documento División Político Administrativa y Censal 2007 (INE, 2008). Esta información se presenta en el Cuadro 5.44.

Cuadro 5.44. Participación regional del consumo de leña y derivados, incluidas regiones XV y XIV

Región	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,04	0,09	0,10	0,30	0,12	0,08	0,16	0,02	0,01

Fuente: INFOR, 1994

C.9.2. Cosecha de madera en trozas industrial

Los cuadros 5.45, 5.46, 5.47 y 5.48 muestran la desagregación realizada para la XIV Región en el consumo de madera en trozas para pino insigne, eucalipto, bosque nativo y otras exóticas. La fuente de información fue el Anuario Forestal 2008 (INFOR, 2009).

Cuadro 5.45. Incorporación de la Región XIV, trozas de pino (m³)

Desagregación	2007	%	Fracción
XIV	2.463.056	91,6	0,9
X	226.501	8,4	0,1
Total	2.689.557	100,0	1,0

Cuadro 5.46. Incorporación de la Región XIV, trozas de eucalipto (m³)

Desagregación	2007	%	Fracción
XIV	464.286	41,0	0,4
X	666.971	59,0	0,6
Total	1.131.257	100,0	1,0

Cuadro 5.47. Incorporación de la Región XIV, trozas de bosque nativo (m³)

Desagregación	2007	%	Fracción
XIV	176.048	63,3	0,6
X	102.270	36,8	0,4
Total	278.318	100,0	1,0

Cuadro 5.48. Incorporación de la Región XIV, trozas de bosque exótico (m³)

Desagregación	2007	%	Fracción
XIV	89.594	74,2	0,7
X	31.143	25,8	0,3
Total	120.737	100,0	1,0

C.10. Fertilizantes

La desagregación fue realizada en base al uso de suelo agrícola en la XIV y X regiones, esta información fue proporcionada por el Departamento de Prospección Sectorial de CONAF.

El Cuadro 5.49 muestra la incorporación de la XIV Región y el porcentaje de consumo de cal (para encalado de suelos agrícolas).

Cuadro 5.49. Incorporación de la Región XIV, consumo de Cal (ha)

Región	Consumo (%)
VIII	25%
IX	25%
XIV	37%
X	13%

C.11. Incendios forestales y vegetación natural

La incorporación de la XIV Región a la serie temporal, fue realizada en base a la superficie (ha) afectada por incendios ocurridos en el año 2007 (INFOR, 2008) para plantaciones forestales y vegetación natural mostrados de el Cuadro 5.50.

Cuadro 5.50. Incorporación de la XIV Región. Incendios en plantaciones forestales y vegetación natural (ha)

Región	Plantaciones Forestales		Vegetación Natural	
	ha	Fracción	ha	Fracción
XIV	263	0,7	352	0,1
X	114	0,3	7.173	0,9
Total	377	1,0	7.525	1,0

5.3. Elaboración del inventario

Siguiendo la recomendación del PICC, los datos de actividad anuales fueron conformados por el promedio de tres años, conteniendo el año informado en la posición central (ejemplo: para el año 1990, se considera el trienio 1989 a 1991); en el caso de los años extremos, al no ser posible contar con los datos del año anterior o posterior, según corresponda, el valor del año (léase, 1984 o 2003) fue multiplicado por un factor 2.

A.- Sector 4: Agricultura

El Cuadro 5.51, muestra un resumen de las categorías involucradas del sector Agricultura, nivel de trabajo según categorías claves y subcategoría significativa y gases emitidos.

Cuadro 5.51. Tabla resumen de nivel de trabajo (nivel 1 ó 2)

Sector Agricultura	Subcategoría significativa	Nivel	Gas emitido
Suelos Agrícolas	Fertilizantes	1b	N ₂ O
Fermentación Entérica	Ganado bovino	2	CH ₄
Manejo del estiércol	Ganado bovino y porcino	2	CH ₄ , N ₂ O
Cultivación de arroz		1b	CH ₄
Quema de residuos agrícolas		1b	CH ₄ , CO, N ₂ O, NO _x

A.1. Fuentes de información de datos de actividad estadísticos

A.1.1. Poblaciones animales

Válidas para las categorías de “Fermentación entérica” y “Manejo del estiércol”. Las principales fuentes de datos de actividad fueron:

- INE. 1999. Estadísticas Pecuarias: Cultivos anuales esenciales - Producción vitivinícola - Ganado Bovino zona sur, 1984/1998,
- INE. 2003. Estudio de la Ganadería Bovina - Regiones del Maule, del Bío-Bío, de la Araucanía y de Los Lagos,
- INE. 2007. Cifras de la Encuesta Nacional Avícola. Incluye gallos, gallinas, pollos y pollas.
- INE. 2009. Informe anual agropecuario 2001-2008,

- INE. Censo Nacional Agropecuario V, VI y VII (1977, 1997, 2007) (este último es también Forestal), y
- Información aportada por el asesor en Ganadería¹⁰

A.1.2. Cultivación del Arroz

Las directrices PICC dividen esta categoría en tres subcategorías, a saber: de riego, de secano y aguas profundas. En Chile, el cultivo del arroz se realiza exclusivamente bajo un sistema de riego con anegamiento permanente y continuo.

La información sobre superficie cultivada anualmente fue obtenida de:

- INE, 2007. VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, y
- ODEPA, 2009. Producción regional de cultivos anuales. www.odepa.gob.cl, julio 2009.

A.1.3. Suelos agrícolas y Quema de residuos agrícolas

- para consumo de fertilizantes nitrogenados:
 - FAOSTAT-Agricultura (www.fao.org)
- para superficie y producción de cultivos fijadores de nitrógeno:
 - INE. Censo Nacional Agropecuario V, VI y VII (1977, 1997, 2007) (este último es también Forestal), y
 - ODEPA, INE. 2007. VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, tabulado por ODEPA. Forrajeras Anuales y permanentes. www.odepa.gob.cl, julio 2009.
- para residuos de cosechas, cereales y frutales caducifolios:
 - Acevedo, E. Silva, P. 2003. Agronomía de la cero labranza. Universidad de Chile,
 - Avendaño, A. 2003. El proceso de compostaje. Pontificia Universidad Católica de Chile,
 - Ciudad, C. y Rodríguez, O. 1982. Tabla proximal de los alimentos. INIA-La Platina, Santiago,
 - INE. 1998, 2006-2008. Anuario de estadísticas agropecuarias,
 - INE. 2007. VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal,
 - INE. SAG. 2003, 2007, 2008. Catastros vitivinícolas, informes anuales 2001, 2005 y 2006, respectivamente,
 - Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Madrid, España, Ediciones Mundi-Prensa. 793 p,
 - ODEPA, CIREN. 2005/2008. Catastro frutícola, principales resultados. III, IV, IX, VII, XIII, VI, VIII y X Región,
 - ODEPA, INE. 2007. VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, tabulado por ODEPA. Superficie Sembrada (ha), Producción (Qmt), Rendimiento de Cereales y Rendimiento de Leguminosas y Tubérculos. www.odepa.gob.cl, julio 2009,
 - ODEPA. 2004. Estimación de la superficie cultivada con hortalizas, temporada 2002-03. www.odepa.gob.cl, julio 2009,
 - ODEPA. 2009. Producción regional de cultivos anuales. www.odepa.gob.cl, julio 2009.
 - ODEPA. 2009. Superficie y producción de vides para vinificación, de mesa y pisqueras. www.odepa.gob.cl, julio 2009, y

¹⁰ Francisco Salazar S., Investigador, INIA-Remehue

- Rodríguez, J. 1994. Manual de fertilización. Facultad de Agronomía, P. Universidad Católica de Chile, Santiago.

A.2. Fuentes de información de datos de actividad paramétricos

- Acevedo, E. y Silva, P. 2003. Agronomía de la cero labranza. Universidad de Chile,
- Base de Datos de Factores de Emisión” (BDFE), en su aplicación web (www.PICC-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php), para la búsqueda rápida de valores por defecto,
- Directrices PICC para la Elaboración de Inventarios Nacionales de GEI, revisadas en 1996,
- García Huidobro P-A. Jorge. Ing. Agr. Ph. D. (CRI La Platina),
- Guías de buenas prácticas (LULUCF) 2003,
- Manterola B, H.; Cerda A, D.; Mira J, J.1999. Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes. Fundación para la Innovación Agraria; Universidad de Chile. 222 p,
- Orientación PICC 2000 sobre Buenas Prácticas y Gestión de la Incertidumbre en la Elaboración de Inventarios Nacionales de GEI,
- Rodríguez, J. 1994. Manual de fertilización. Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile, y
- Smith, R. (1999). Caracterización de los sistemas lecheros en Chile. En: Anrique, R. et al. Competitividad de la producción lechera nacional. Valdivia. Universidad austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias Vol 1 pp. 149-216.
- Tapia F. Francisco. Ing. Agr. M Sc. (CRI La Platina),

A.3. Obtención de series temporales de datos de actividad estadísticos

A.3.1. Poblaciones animales

La estimación de poblaciones anuales de los animales (bípedos y cuadrúpedos) se realizó por interpolación de puntos, entre catastros nacionales agropecuarios consecutivos; ello permitió crear una serie temporal entre los años 1984 y 2007, con valores anuales consistentes en el promedio de tres años consecutivos. El Cuadro 5.52, muestra los Datos de actividad obtenidos por esta interpolación de datos sólo para total país 2003/2007.

Cuadro 5.52. Datos de actividad población animal, total país, años 2003/2007

Total país	Nº de miles de cabezas/animal				
Años promedio	02/03/04	03/04/05	04/05/06	05/06/07	06/07/08
Años inventariado	2003	2004	2005	2006	2007
ESPECIES					
Bovinos lecheros	694,4	690,7	686,9	684,4	683,2
Vacas lecheras	694,4	690,7	686,9	684,4	683,2
Bovinos no-lecheros	3.151,6	3.113,2	3.074,9	3.049,3	3.036,6
<i>Vacas carne</i>	784,1	770,4	756,7	747,6	743,1
<i>Vaquillas</i>	547,2	542,2	537,2	533,9	532,3
<i>Adultos carne (novillos >2 años, toros y torunos, bueyes)</i>	423,5	418,6	413,6	410,4	408,7
<i>Jóvenes carne (novillo)</i>	360,5	356,4	352,2	349,5	348,1

Total país	Nº de miles de cabezas/animal				
Años promedio	02/03/04	03/04/05	04/05/06	05/06/07	06/07/08
Años inventariado	2003	2004	2005	2006	2007
ESPECIES					
1-2 años)					
Terberos	1.036,4	1.025,7	1.015,0	1.007,9	1.004,4
Cerdos	2.528,6	2.663,8	2.799,1	2.889,3	2.934,4
Marranas	248,5	262,1	275,7	284,8	289,3
Verracos	3,8	3,9	4,1	4,3	4,3
Juveniles	2.276,4	2.397,8	2.519,3	2.600,3	2.640,8
Ovinos	3.824,6	3.846,2	3.867,7	3.882,1	3.896,5
Caprinos	713,0	710,6	708,2	706,6	705,8
Equinos	335,6	325,2	314,7	307,8	304,3
Mulas y asnos	21,2	21,7	22,1	22,3	22,5
Camélidos	94,7	89,4	84,2	80,7	78,9
Aves de corral	38.750,7	42.606,6	45.489,5	48.708,2	50.539,9

Los datos de actividad anteriormente empleados en la serie temporal 1984/2003 se construyeron con los Censos Agropecuarios; 1977 y 1997, más información anual de informes pecuarios y agropecuarios publicados por el INE. Para esta actualización, las poblaciones de animales fueron estimadas a partir de los censos agropecuarios disponibles (1977, 1997 y 2007), con interpolación de puntos. Esta actividad trajo como consecuencia una variación en las poblaciones respecto de lo publicado en la serie anterior, siendo las de ganado bovino, porcino y aves las que más difieren del inventario anterior. Las siguientes figuras 5.15 y 5.16 muestran estas diferencias.

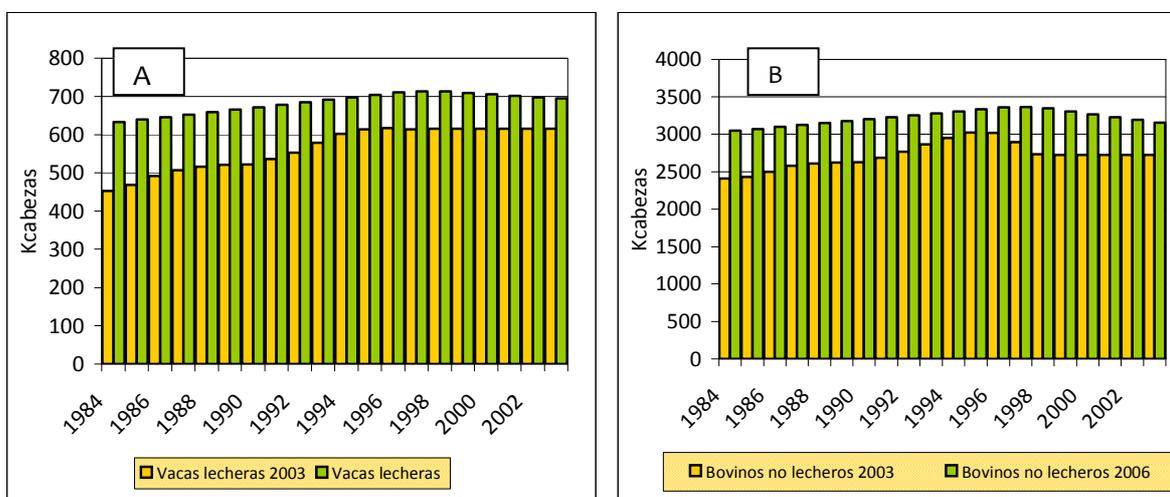


Figura 5.15. A: existencia vacas lecheras (Kcabezas). B: existencia ganado bovino no-lechero (Kcabezas)

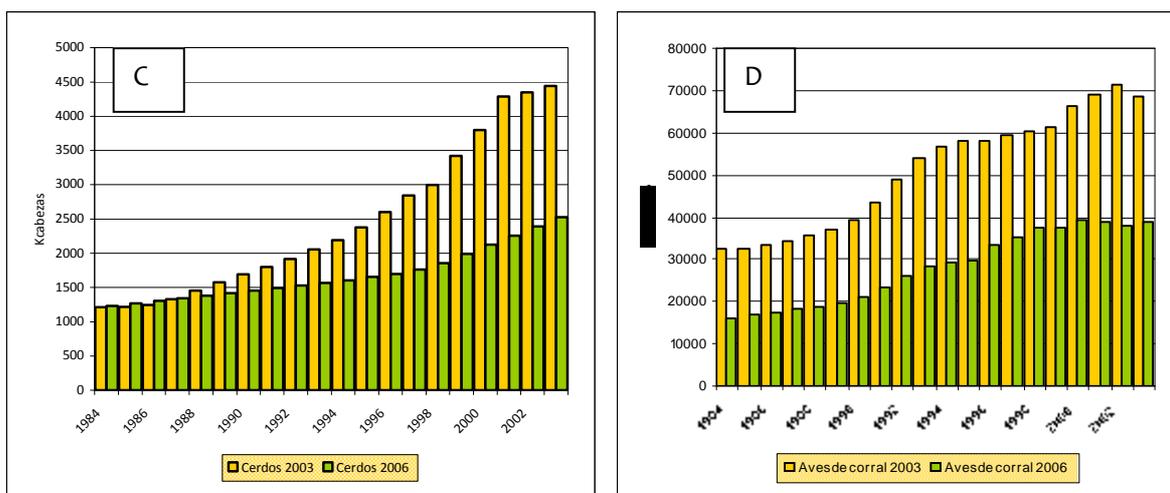


Figura 5.16. C: existencia ganado porcino (Kcabezas). D: existencia de aves (miles de aves)

La existencia de aves usada en la serie 1984/2003 difiere de la actual, por las siguientes tres razones:

- las fuentes de información son diferentes: en la serie anterior, se utilizó los datos tomados de las estadísticas pecuarias “Criaderos de aves y cerdos”(INE, 1985/1998), que difieren substancialmente de lo entregado por los censos,
- las especies consideradas para la serie anterior, fueron broilers, gallinas y pavos, en tanto que para esta actualización fueron gallos, gallinas, pollos, pollas, patos y gansos, y
- la existencia de pavos se consideró en el inventario 2007 desde el año 1997, ya que no está disponible para años anteriores.

Los valores de aves empleados en esta actualización fueron la mitad de lo que publica la FAO, en su base de datos FAOSTAT. El origen de esta discrepancia fue aclarada por ODEPA¹¹: “INE, en su anuario estadístico agropecuario, suma las cifras de la existencia semestral, lo que está mal, pues obviamente está duplicando la suma en muchos casos”. Esta aclaración es válida, también, para los cerdos.

Por otra parte, existen datos de actividad de otras especies introducidas como avestruces, ciervos y jabalíes desde el año 2007. Estas especies no fueron incluidas en esta actualización pero se deja planteada la conveniencia de revisar este punto para una próxima actualización y en el bien entendido de que existiría una mejor información estadística.

A.3.2. Cultivación del arroz

Se realizó la actualización de la serie temporal desde el año 2003 hasta el año 2007, debido a que no hubo cambio en la metodología de generación de información. Los datos de actividad para esta

¹¹ Bernabé Tapia C. Jefe del Departamento de Información Agraria de ODEPA

categoría sólo contemplan las regiones VI, VII y VIII, debido a que en el resto del país no existe cultivo de arroz, por lo que la incorporación de regiones XV y XIV no fue necesaria.

El Cuadro 5.53 muestra datos de actividad que corresponden a Kha de cultivo de arroz (promedio de 3 años, según lo establecen las Directrices PICC, 1996 revisadas), fuente de información INE con elaboración de ODEPA, además de participación de industrias aceiteras y CCT.

Cuadro 5.53. Superficie promedio total cosechada arroz (Kha)

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
VI	1,8	1,6	1,0	0,8	0,3
VII	20,2	20,3	21,0	18,6	17,6
VIII	4,1	4,1	4,2	4,2	4,3
Total	26,1	26,0	26,2	23,6	22,1

A.3.3. Suelos agrícolas

Existen pequeños cambios en la metodología y manejo de datos de actividad, los cuales son detallados para cada subcategoría.

a. Fertilizantes nitrogenados sintéticos

En esta subcategoría, son aplicados los factores de emisión por defecto, ya que no cuenta con información país-específico (tasas de emisión de óxido nitroso vinculadas a formas de fertilizantes y zonas agroecológicas). Ello significa un sólo factor de emisión para aplicación de nitrógeno, independiente del cultivo, región y fertilizante empleado. Por tanto, el tipo de fertilizante empleado no es una información relevante, además de ser información que no existe en el país.

Al igual que en el pasado inventario, el consumo, en toneladas, a nivel país fue obtenido desde la base de datos de FAO. Cuadro 5.54 presenta esta información.

Cuadro 5.54. Consumo de fertilizantes nitrogenados sintéticos (toneladas) a nivel país

Año	Consumo (ton)
2003	221.073
2004	292.680
2005	275.518
2006	262.343
2007	281.376

El consumo a nivel regional fue asignado sobre la base de un valor porcentual de participación regional, dependiendo de la superficie por grupos de cultivos que al año 2006 presentaba el país como se muestra en el Cuadro 5.55.

Cuadro 5.55. Superficie total sembrada o plantada (ha) por grupo de cultivos, según región, año 2007

Región	Cereales (ha)	Leguminosas y tubérculos (ha)	Cultivos industriales (ha)	Hortalizas (ha)	Flores (ha)	Frutales (ha)	Viñas y parronales viníferos (ha)	Total	%
XV	12	24	0	3.092	33	1.828	45	5.033	0,4
I	1.379	94	0	583	3	393	0	2.452	0,2
II	186	5	0	350	5	152	6	703	0,1
III	260	287	317	1.652	28	13.599	723	16.866	1,4
IV	3.058	3.552	401	11.399	403	31.740	12.227	62.781	5,4
V	4.188	2.862	815	10.191	839	52.898	7.233	79.026	6,8
XIII	15.946	5.673	397	25.348	167	53.022	12.064	112.616	9,6
VI	56.266	3.608	5.283	13.083	117	77.967	35.528	191.853	16,4
VII	73.719	10.084	11.532	11.708	36	54.749	45.514	207.342	17,7
VIII	113.039	13.825	19.773	9.378	71	12.772	15.613	184.472	15,8
IX	169.610	15.374	26.852	4.526	85	12.374	31	228.852	19,5
XIV	21.672	3.995	2.265	1.728	134	5.034	0	34.828	3,0
X	19.606	11.196	2.331	2.274	194	7.475	8	43.084	3,7
XI	449	188	5	155	5	281	0	1.083	0,1
XII	15	133	0	84	5	9	0	246	0,0
País	479.404	70.899	69.972	95.551	2.124	324.295	128.992	1.171.237	100,0

Fuente: INE. Censo Nacional Agropecuario 2007

A diferencia del inventario anterior, en esta ocasión no se consideró la superficie de praderas (naturales y mejoradas), debido a que el consumo de fertilizantes no es de carácter regular.

b. Cultivos fijadores de nitrógeno

Existe un importante cambio en el manejo de los datos de actividad que afectan los resultados finales de la estimación total de nitrógeno fijado por medio de la simbiosis con especies leguminosas. Se agregó el trébol rosado, dentro de las forrajeras permanentes, principalmente por la significativa superficie que esta especie presenta en el país (67.800 ha/año promedio entre 1984 y 2006).

El Cuadro 5.56 muestra la superficie (ha) de especies leguminosas fijadoras de nitrógenos.

Cuadro 5.56. Cultivos fijadores de nitrógeno (ha/año), total país

Especie/Año	2003	2004	2005	2006	2007
Cultivos Anuales	52.831	56.971	61.713	36.678	33.013
Lenteja	1.096	1.221	1.190	907	942
Arveja grano	1.637	1.972	1.783	1.501	1.485
Chícharo	567	693	614	281	274
Garbanzo	3.765	3.530	3.992	3.007	3.090
Poroto grano	26.529	23.537	25.645	10.645	11.973
Lupino	19.236	26.018	28.490	20.337	15.250
Hortalizas	15.369	13.834	12.299	10.764	10.764
Arveja verde	4.509	4.017	3.524	3.031	3.031
Poroto granado	3.777	3.453	3.129	2.805	2.805
Poroto verde	4.713	4.126	3.539	2.952	2.952

Especie/Año	2003	2004	2005	2006	2007
Haba	2.370	2.239	2.107	1.976	1.976
Forrajeras anuales	2.494	2.375	2.257	2.138	2.138
Trébol alejandrino	2.494	2.375	2.257	2.138	2.138
Forrajeras permanentes	104.094	100.167	96.240	92.312	92.312
Alfalfa	65.012	63.182	61.351	59.521	59.521
Trébol rosado	39.082	36.985	34.888	32.792	32.792
Praderas	13.405.769	13.474.456	13.543.143	13.611.830	13.611.830
Mejoradas	1.046.661	1.051.891	1.057.121	1.062.352	1.062.352
Naturales	12.359.108	12.422.565	12.486.021	12.549.478	12.549.478
Total País	13.580.556	13.647.803	13.715.651	13.753.722	13.750.057

c. Residuos de cosechas

No existen grandes cambios en la metodología para determinar los residuos de cosechas vegetales provenientes de cultivos anuales, hortalizas y frutales. En el caso de cultivos anuales se agregó el cultivo de triticale, debido a la importancia que esta gramínea presenta desde el 2001 en la superficie nacional.

Los cuadros 5.57, 5.58 y 5.59 muestran las superficies (ha) de cultivos anuales, hortaliza y frutales, información procedentes del XII Censo Nacional Agropecuario 2007.

Cuadro 5.57. Superficie de cultivos anuales (ha) a nivel país

Especie/Año	2003	2004	2005	2006	2007
Leguminosas	52.831	56.971	61.713	36.678	33.013
Lenteja	1.096	1.221	1.190	907	942
Arveja grano	1.637	1.972	1.783	1.501	1.485
Chícharo	567	693	614	281	274
Garbanzo	3.765	3.530	3.992	3.007	3.090
Poroto grano	26.529	23.537	25.645	10.645	11.973
Lupino	19.236	26.018	28.490	20.337	15.250
Cereales o gramíneas	705.175	688.378	597.446	477.797	566.176
Arroz	24.900	25.030	27.980	21.755	20.960
Avena	121.197	75.217	88.681	81.780	97.975
Cebada	11.731	25.282	34.017	19.297	20.626
Centeno	558	1.042	1.050	1.671	1.652
Maíz	119.289	134.216	123.463	103.023	134.621
Trigo	419.434	418.852	313.870	230.398	270.608
Triticale	8.066	8.738	8.385	19.873	19.735
Otros	100.358	104.089	109.831	89.392	94.543
Maravilla	2.270	1.850	2.730	630	3.680
Papas	59.043	55.073	62.623	53.780	55.973
Raps canola	6.512	12.590	13.988	11.458	17.450
Remolacha	29.544	31.486	27.708	20.746	15.426
Tabaco	2.989	3.090	2.782	2.779	2.014
Total	858.364	849.438	768.990	603.867	693.733

Cuadro 5.58. Superficie de hortalizas (ha) a nivel país

Espección	2003	2004	2005	2006	2007
Cereales	12.035	11.541	11.048	10.554	10.557
Choclo	12.035	11.541	11.048	10.554	10.557
Solanáceas	20.368	18.673	16.977	15.282	15.282
Tomate	17.480	16.196	14.911	13.627	13.627
Pimiento	2.887	2.477	2.066	1.655	1.655
Leguminosas	15.369	13.834	12.299	10.764	10.764
Arveja verde	4.509	4.017	3.524	3.031	3.031
Poroto granado	3.777	3.453	3.129	2.805	2.805
Poroto verde	4.713	4.126	3.539	2.952	2.952
Haba	2.370	2.239	2.107	1.976	1.976
Cucurbitáceas	14.480	13.946	13.411	12.877	12.877
Melón	3.325	3.249	3.173	3.097	3.097
Pepino ensalada	478	481	485	489	489
Sandía	3.821	3.536	3.250	2.964	2.964
Zapallo italiano	1.438	1.329	1.219	1.109	1.109
Zapallo temprano y de guarda	5.418	5.351	5.284	5.217	5.217
Hortalizas de hoja	8.539	8.601	8.662	8.724	8.724
Achicoria	81	87	92	97	97
Lechuga	6.407	6.614	6.820	7.026	7.026
Repollo	2.051	1.901	1.750	1.600	1.600
Total	70.791	66.594	62.398	58.201	58.204

Cuadro 5.59. Superficie de frutales (ha) a nivel país

Especie/Año	2003	2004	2005	2006	2007
Almendros	5.949	6.241	6.776	7.717	7.646
Cerezos	8.901	10.264	11.847	13.458	13.078
Ciruelos (japonés y europeos)	14.543	15.786	17.354	18.939	19.096
Damascos	2.070	2.042	1.983	2.105	2.100
Duraznos (frescos y conserveros)	13.298	14.370	15.304	16.748	16.525
Nectarines	7.504	8.203	9.069	9.937	10.377
Manzanos total (rojos y verdes)	35.879	36.253	36.678	37.181	37.992
Nogales	6.826	6.386	5.822	5.309	5.342
Perales (europeos y asiáticos)	9.951	11.031	12.439	14.575	14.320
Kiwis	6.835	6.604	6.556	6.845	7.184
Vides de consumo fresco	55.123	53.431	54.657	62.420	62.416
Vides pisqueras	110.091	112.073	114.484	118.488	118.488
Vides de vinificación	9.853	9.883	10.002	10.505	10.505
Total	286.822	292.568	302.971	324.228	325.069

A.4. Factores de emisión y datos de actividad paramétricos

A.4.1. Fermentación entérica

A juicio de experto, no existe evidencia de cambios en la forma en que es manejado el ganado bovino, por lo que se consideró que no había justificación para modificar los parámetros de cálculos de los factores de emisión, según el método nivel 2. En el caso del ganado porcino, se consideró conveniente, en esta oportunidad, utilizar el factor de emisión por defecto para países desarrollados debido a que, según juicio de experto, es una actividad que se desarrolla a un nivel tecnológico comparable con los países desarrollados.

Los cuadros 5.60, y 5.61, muestran los FFEE para los distintos ganados y la desagregación nivel 2 para ganado bovino lechero y no-lechero.

Cuadro 5.60. Caracterización de sistemas lecheros en Chile, por región

% para vacas lecheras	I-VII + XIII + XV	VIII	IX-XII + XIV
Sistemas confinados	77,2%	38,1%	14,5%
Pastoreo directo	22,8%	61,9%	85,5%

Cuadro 5.61. Factor de emisión de metano para ganado bovino por región y por especie

	I-VII + XIII + XV	VIII	IX-XII + XIV	FE por defecto	Valor medio FE
Vacas en leche	75,7	74,1	73,2	81,0	74,3
Vacas carne	56,5	56,5	56,5		
Vaquillas	44,4	44,4	44,4		
Adultos carne	56,7	56,7	56,7	49,0	44,3
Jóvenes carne	36,7	36,7	36,7		
Terneros	27,1	27,1	27,1		

A.4.2. Manejo del estiércol

Los factores de emisión utilizados en esta categoría corresponden a los mismos del inventario GEI 1984/2003, debido a juicio de experto¹², que expone, que no existe evidencia de cambios en factores de emisión de metano para los diferentes sistemas de manejo del estiércol.

La diferencia que existe con el inventario 2003, es una modificación de los factores de emisión del nitrógeno excretado para la estimación de óxido nitroso para el ganado porcino, el cual, en el inventario anterior se consideró erróneamente el ganado porcino total, y para la actualización de éste, se consideró desagregado como marranas, verracos y juveniles, además de aplicación de FFEE país determinado por juicio de experto¹³, como se muestra en el Cuadro 5.65.

Los cuadros 5.62, 5.63 y 5.64, muestran los FFEE para los distintos ganados y la desagregación nivel 2 para ganado bovino lechero y no-lechero, de emisión de metano.

¹² Francisco Salazar S. Investigador INIA-Remehue

¹³ Francisco. Tapia F. Investigador, INIA-La Platina

Cuadro 5.62. Manejo del estiércol bovino, pastoreo región templada (I-VII + XV)

Grupo animal	Factor de Conversión de Metano (%) (FCM)	Factor de Emisión (kg CH ₄ /cabeza/año) (FE)
Vacas leche	1,5	2,0
Vacas carne	1,5	1,7
Vaquillas	1,5	1,2
Adultos carne	1,5	1,6
Jóvenes carne	1,5	1,0
Terneros	1,5	0,8
Fuente	Tabla 4-8	Ecuación 4.17
Manual	Directrices PICC	Buenas Prácticas PICC
Supuesto	Temperado y pastoreo	

Cuadro 5.63. Manejo del estiércol bovino, pastoreo región templada y fría (VIII-XII)

Grupo animal	Factor de Conversión de Metano (%) (FCM)	Factor de Emisión (kg CH ₄ /cabeza/año) (FE)
Vacas leche	90,0	108,9
Vacas carne	90,0	66,7
Vaquillas	90,0	69,1
Adultos carne	90,0	117,6
Jóvenes carne	90,0	43,7
Terneros	90,0	55,4
Fuente	Tabla 4-8	Ecuación 4.17
Manual	Directrices PICC	Buenas Prácticas PICC
Supuesto	Temperado y fría laguna anaeróbica	

Cuadro 5.64. Manejo del estiércol bovino confinado, región templada y fría (XIII-X)

Grupo animal	Factor de Conversión de Metano (%) (FCM)	Factor de Emisión (kg CH ₄ /cabeza/año) (FE)
Vacas leche	1,0	1,3
Vacas carne	1,0	1,1
Vaquillas	1,0	0,8
Adultos carne	1,0	1,1
Jóvenes carne	1,0	0,7
Terneros	1,0	0,5
Fuente	Tabla 4-8	Ecuación 4.17
Manual	Directrices PICC	Buenas Prácticas PICC
Supuesto	Temperado y fría laguna anaeróbica	

Cuadro 5.65. Emisión de nitrógeno excretado y factor de emisión de metano, ganado porcino en confinamientos, sistemas líquidos.

Grupo animal	FE kg CH ₄ cbz-1 año-1	N excretado, Nex (Kg N/cabeza/año)
Verraco	46,9	16,2
Marrana	37,5	12,9
Juveniles	12,5	4,3
Fuente	Ecuación 4.17, pág. 4.37	Experto INIA-La Platina, Dr. Francisco Tapia Flores
Manual	PICC (2000)	Proyecto INIA-Asprocer
Supuesto	Tier 1	Tier 2

A continuación, los cuadros 5.66 y 5.67 muestran la fracción de N -por sistema de manejo del estiércol- para ganado bovino no-lechero y ganado bovino lechero.

Cuadro 5.66. Fracción de N por sistema de manejo de estiércol

	Lagunas anaeróbicas	Sistema de tipo líquido	Abono diario	Almacenamiento sólido y parcelas secas	Praderas y pastizales	Combustible utilizado	Otros sistemas
Ganado lechero	0,0	----(1)	0,0	0,0	----(1)	0,0	0,0
Ganado no- lechero	0,0	0,0	0,6	0,1	0,4	0,0	0,0
Aves de corral	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Ovejas	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
Cerdos	0,8	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
Otros animales	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0

Cuadro 5.67. Manejo de estiércol para el ganado bovino lechero por región

% para cada sistema	I-IV, XV región	V-VII región, XIII	VIII región	IX-XII región
Sistemas confinados (sistemas líquidos)	100%	77%	38%	15%
Pastoreo (praderas y pastizales)	0%	23%	62%	86%

Supuestos: Se consideró que las vacas en sistemas confinados permanecieron los 365 días del año; el único sistema que se considera como confinado, es el sistema líquido, a objeto de simplificar el cálculo de factores de emisión de metano

Los cuadros 5.68 y 5.69 presentados a continuación, muestran los valores por defecto de nitrógeno excretado para el resto del ganado utilizado para la estimación de metano y óxido nítrico en la categoría de "Manejo del estiércol".

Cuadro 5.68. Valores por defecto, N excretado

	Nitrógeno excretado
Ganado lechero	70
Ganado no-lechero	40
Aves de corral	0,6
Ovejas	12
Cerdos	16
Otros animales	40

Fuente: Directrices PICC, tabla 4-6

Cuadro 5.69. Valores por defecto, factor de emisión FE₃

	Factor de emisión FE ₃
Lagunas anaeróbicas	0,001
Sistema de tipo líquido	0,001
Abono diario	0
Almacenamiento sólido y parcelas secas	0,02
Praderas y pastizales	0,02
Otros sistemas	0,005

Fuente: Directrices PICC, tabla 4-8

A.4.3. Cultivación del Arroz

Las condiciones en las cuales se realiza el cultivo del arroz en el país no han variado, por lo tanto los factores de emisión, presentados en el Cuadro 5.70, continúan siendo valores por defecto PICC, dado que tampoco hubo mejoras en la información país, de forma de pasar de un nivel 1 a un nivel 2 ó 3.

Cuadro 5.70. Factores de emisión, “Cultivación del arroz”

Factor	Factor de emisión
Factor de emisión integrado para tomar en cuenta las variaciones estacionales por el arroz anegado continuamente sin fertilizantes orgánicos (Gg/kha)	0,20
Fracción oxidada residuos agrícolas	0,90
Factor de emisión para las emisiones directas (kg N ₂ O–N/kg N)	0,0125
Fracción del N en el fertilizante sintético aplicado que se volatiliza (kg N/kg N)	0,10
Factor de emisión (kg N ₂ O–N/kg N)	0,01
Fracción de N lixiviado (kg N/kg N)	0,3
Factor de emisión para la lixiviación	0,025
Fracción de estiércol quemado	0,00

Fuente: Directrices PICC, tablas 4-11,4-17, 4-18

A.4.4.Suelos agrícolas

El método empleado es el nivel 1b, debido a que el inventario es compuesto por agregados regionales. Se aplicaron los factores de emisión por defecto que proporciona el PICC, los mismos usados en el anterior inventario GEI 1984/2003 (Cuadro 5.71); salvo en la subcategoría pastoreo directo, donde el cambio de factores está explicado en la categoría “Manejo del estiércol”, anteriormente descrito (cuadros 5.66 y 5.67). Debe señalarse que, en la subcategoría “aplicación de estiércol animal”, no se consideró la aplicación de purines crudos, que se esparcen sobre los suelos, por no contar con un factor de emisión por defecto para esta actividad.

Cuadro 5.71. Valores por defecto, nitrógeno del estiércol utilizado como fertilizante

	Valor por defecto
Fracción del nitrógeno excretado emitido como NO _x y NH ₃	0,2
Fracción del total de N en el estiércol excretado que se volatiliza Fra _{C_{GASM}}	0,2

Directrices PICC, tabla 4-17

La estimación final, a nivel regional y con ajuste por volatilización (menos el 0,1% del total), se presenta en el Cuadro 5.72.

Cuadro 5.72. Estimación consumo fertilizantes nitrogenados con ajuste por volatilización (Kg/ha), promedio 3 años

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
XV	979.831	1.017.477	1.070.679	1.056.107	1.074.593
I	477.312	495.650	521.567	514.468	523.474
II	136.851	142.109	149.539	147.504	150.086
III	3.283.511	3.409.664	3.587.952	3.539.118	3.601.067
IV	12.222.449	12.692.038	13.355.688	13.173.912	13.404.509
V	15.385.081	15.976.179	16.811.553	16.582.741	16.873.007
XIII	21.924.548	22.766.893	23.957.346	23.631.277	24.044.921
VI	37.350.649	38.785.668	40.813.722	40.258.231	40.962.915
VII	40.366.075	41.916.947	44.108.732	43.508.395	44.269.970
VIII	35.913.765	37.293.578	39.243.613	38.709.492	39.387.066
IX	44.553.711	46.265.473	48.684.637	48.022.019	48.862.601
XIV	6.780.517	7.041.025	7.409.192	7.308.350	7.436.276
X	8.387.694	8.709.951	9.165.383	9.040.639	9.198.887
XI	210.896	218.999	230.450	227.314	231.293
XII	47.810	49.647	52.243	51.532	52.434
Total	228.020.700	236.781.300	249.162.300	245.771.100	250.073.100

A.4.5.Cultivos fijadores de nitrógeno

Según juicio de expertos¹⁴, la superficie efectiva de plantas leguminosas (fracción de leguminosas en la mezcla forrajera) se conservó a nivel país, en comparación al inventario anterior, donde la fracción cambiaba de acuerdo a la macrorregión del país. Y se ajustó la fracción para praderas mejoradas de 0,9 a 0,2, como lo muestra el Cuadro 5.73.

Cuadro 5.73. Fracción de leguminosa, según cultivo

Especie	País
Cultivos Anuales	
Lenteja	1,0
Arveja grano	1,0
Chícharo	1,0
Garbanzo	1,0
Poroto grano	1,0
Lupino	1,0
Hortalizas	
Arveja verde	1,0
Poroto granado	1,0
Poroto verde	1,0
Haba	1,0
Forrajeras anuales	
Trébol alejandrino	0,9
Forrajeras permanentes	
Alfalfa	0,9
Trébol rosado	0,9
Praderas	
Mejoradas	0,2

En el caso de las tasas de fijación simbiótica de las especies leguminosas, se asignó al trébol rosado la misma tasa de fijación que la alfalfa y se ajustó la tasa de fijación de las praderas mejoradas desde 150 (kg/N/año) a 30 (kg/N/año), de la forma en que lo muestra el Cuadro 5.74.

Cuadro 5.74. Tasa de fijación simbiótica de diversas especies leguminosas

Especie	Tasas de fijación de Nitrógeno (kg/N/Año)
Cultivos Anuales	
Lenteja	90
Arveja grano	90
Chícharo	90
Garbanzo	90
Poroto grano	90
Lupino	90
Hortalizas	
Arveja verde	90
Poroto granado	90
Poroto verde	90
Haba	90
Forrajeras anuales	
Trébol alejandrino	300
Forrajeras permanentes	

¹⁴ Ignacio Ruíz (retirado) y José María Peralta (investigador INIA-Carillanca)

Especie	Tasas de fijación de Nitrógeno (kg/N/Año)
Alfalfa	300
Trébol rosado	300
Praderas	
Mejoradas	30

El Cuadro 5.75 muestran el nitrógeno fijado (Kg N/año) mediante simbiosis de las especies leguminosas.

Cuadro 5.75. Fijación simbiótica (Kg N/año), promedio 3 años

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
XV	517.100,02	503.046,91	490.265,78	480.679,94	475.887,02
I	48.869,68	47.187,82	45.640,84	44.480,61	43.900,49
II	330.880,81	320.273,87	310.810,43	303.712,86	300.164,07
III	727.337,12	696.819,39	668.319,49	646.944,55	636.257,09
IV	1.658.426,73	1.662.174,92	1.658.679,37	1.649.904,71	1.642.481,88
V	2.787.189,08	2.632.094,71	2.492.197,92	2.385.834,88	2.334.907,49
XIII	4.833.087,09	4.605.080,56	4.398.493,48	4.237.644,16	4.162.155,39
VI	2.879.006,74	2.805.447,82	2.711.258,90	2.615.162,13	2.560.744,82
VII	6.040.975,39	5.770.648,23	5.444.388,71	5.085.817,15	4.905.287,99
VIII	5.817.269,81	5.574.090,34	6.370.041,87	6.166.985,58	6.050.398,43
IX	8.009.295,59	7.970.906,40	7.765.139,78	7.323.669,39	6.247.021,57
XIV	2.056.507,84	2.016.808,77	1.978.641,36	1.949.151,01	1.934.284,29
X	2.611.456,42	2.625.231,29	2.612.646,74	2.594.132,06	2.578.952,38
XI	694.816,88	688.392,05	682.672,57	678.430,96	676.326,16
XII	1.227.898,62	1.176.314,64	1.130.455,30	1.096.060,81	1.078.863,56
Total	40.240.117,83	39.094.517,70	38.759.652,55	37.258.610,79	35.627.632,63

A.4.6. Pastoreo directo

Los datos utilizados para determinar el nitrógeno excretado por el ganado se obtienen de la información de la categoría de "Manejo del estiércol", sección praderas y pastizales (hoja de trabajo "A4.1. supple pasture", plantilla sector "Agricultura"). Por lo tanto los supuestos y formas de desagregación de la población animal ya fueron descritos en 5.4.2, C.1.

A.4.7. Quema de residuos agrícolas

El método empleado es el nivel 1b, debido a que el inventario es compuesto por agregados regionales, y se aplicaron los factores de emisión por defecto que proporciona el PICC, los mismos usados en el anterior inventario GEI 1984/2003 (Cuadro 5.76).

Cuadro 5.76. Factores de emisión por defecto para la realización de los cálculos de quema de residuos agrícolas

Gases	Factor de emisión
CH ₄	0,005
CO	0,06
N ₂ O	0,007
NO _x	0,121

Fuente: Directrices PICC, tabla 4-16

B. Sector 5: Uso del suelo, cambio en el uso de suelo y silvicultura (LULUCF)

LULUCF es el sector que recibió la mayor modificación metodológica respecto del ejercicio en anterior, debido a la inserción de la metodología descrita por el PICC en sus guías de buenas prácticas para el sector LULUCF (2003).

Anteriormente, el inventario había sido estructurado sobre la base de las directrices metodológicas PICC revisadas en 1996. La serie temporal 1984/2007 de inventarios regionales y nacionales corresponde al primer intento de incorporar las guías PICC 2003 para este sector, lo que releva los usos de suelo y los distintos conjuntos de carbono.

Con el cambio de la metodología, los datos estadísticos son básicamente los mismos, pero hay un cambio en su recopilación, manejo y presentación. Esto incide en que los resultados sean de mayor precisión y confianza. Una de las desventajas, de esta nueva metodología, es la pérdida de focalización de las acciones conducentes a emisiones y/o capturas, y la necesidad de datos estadísticos específicos y periódicos.

Se deja establecido que en esta oportunidad, de los cinco conjuntos de C que el PICC reconoce (C en biomasa viva, aérea y subterránea; C en materia orgánica muerta, madera muerta y hojarasca; C orgánico en el suelo), el presente inventario sólo consideró la biomasa aérea viva, debido a que el país no cuenta con toda la información estadística y paramétrica requerida para una completa aplicación de los cuadros de cálculo.

Los principales problemas detectados son:

- inconsistencias en los datos estadísticos entre instituciones (CONAF e INFOR),
- inconsistencia en los datos de una misma institución, y
- diferencia en la unidad mínima cartografiable (para CONAF es de 6,25 ha, en tanto que ante la Convención Marco de Naciones Unidas, Chile la definió en 0,5 ha) entre las imágenes aéreas utilizadas para la IV Región, no existiendo la posibilidad de comparar y asignar cambios en el uso de los suelos.

De acuerdo a la metodología aplicada en esta oportunidad, las categorías y subcategorías utilizadas son las que están indicadas en el Cuadro 5.77. Estas categorías son una forma de asimilar las categorías del PICC a categorías propias de la realidad de Chile. Cabe precisar que la categoría "Suelos forestales" está conformada por los suelos forestales nativos (SFN)¹⁵ y las plantaciones forestales (PF).

Los ítems "Incremento de la biomasa forestal" y "cosecha forestal", de la subcategoría "Suelos forestales que permanecen como suelos forestales", posee un nivel 2 (Tier 2), ya que existen valores país-específico para las tasas de incremento anual de biomasa aérea comercial para las especies forestales. Las demás categorías han sido elaboradas con un nivel 1b.

¹⁵ *Suelos forestales nativos (SFN), también llamados bosque nativo (BN)*

Cuadro 5.77. Categorías y subcategorías LULUCF

Categorías	Subcategorías	Nivel	Gases emitidos
Suelos forestales (SF)	Suelos forestales que permanecen como suelos forestales	2	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO y NO _x
	Suelos de otros usos que pasan a suelos forestales	1b	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO y NO _x
Praderas y matorrales (PM)	Praderas y matorrales que permanecen como praderas y matorrales	1b	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO y NO _x
	Suelos de otros usos que pasan a praderas y matorrales	1b	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO y NO _x
Suelos agrícolas (SA)	Suelos agrícolas que permanecen como suelos agrícolas	1b	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO y NO _x
	Suelos de otros usos que pasan a suelos agrícolas	1b	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO y NO _x
Suelos urbanos (SU)	Suelos urbanos que permanecen como suelos urbanos	1b	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO y NO _x
	Suelos de otros usos que pasan a suelos urbanos	1b	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO y NO _x
Humedales (HU)	Humedales que permanecen como humedales	1b	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO y NO _x
	Suelos de otros usos que pasan a humedales	1b	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO y NO _x
Suelos desnudos (SD)	Suelos desnudos que permanecen como suelos desnudos	1b	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO y NO _x
	Suelos de otros usos que pasan a suelos desnudos	1b	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CO y NO _x

Cada subcategoría, a su vez, se encuentra compuesta por diferentes ítems, los cuales se describen a continuación:

a. Suelos forestales

a.1. La subcategoría de suelos forestales que permanecen como tales, incluye:

- incremento de la biomasa forestal: incremento de la biomasa aérea de plantaciones forestales y bosque nativo, producto de la superficie del año inmediatamente anterior al inventariado,
- cosecha forestal: cosecha comercial de plantaciones forestales y bosque nativo,
- residuos forestales: residuos de plantaciones forestales y bosque nativo,
- incendios forestales: suelos de plantaciones forestales y bosque nativo afectados por incendios,
- renovales de bosque nativo: superficie abandonada que se encuentra en proceso de regresión a su condición natural. Si bien este ítem debería ser considerado dentro del ítem “incremento de la biomasa forestal”, para mantener la identidad con el anterior inventario, se sigue considerando un ítem aparte,
- sustitución: suelo de bosque nativo que pasa a suelos de plantaciones forestales, y
- restitución: suelos de plantaciones forestales que retornan a bosque nativo.

a.2. La subcategoría de suelos de otros usos que pasan a suelos forestales incluye:

- abandono: suelos de praderas y matorrales, suelos agrícolas, suelos urbanos, suelos de humedales y suelos desnudos que pasan a bosque nativo,

- forestación: suelos de praderas y matorrales, suelos agrícolas, suelos urbanos, suelos de humedales y suelos desnudos que pasan a plantaciones forestales,

b. Suelos de praderas y matorrales

b.1. La subcategoría de suelos de praderas y matorrales que permanecen como tales, incluye:

- incendios en praderas y matorrales: suelos de praderas y matorrales afectados por incendios.

b.2. La subcategoría de suelos de otros usos que pasan a suelos de praderas y matorrales incluye:

- habilitación: suelo de bosque nativo que pasa a suelos de praderas y matorrales,
- desplantación: suelos de plantaciones forestales que pasan a suelos de praderas y matorrales, y
- regeneración: suelos agrícolas, suelos urbanos, suelos de humedales y suelos desnudos que pasan a suelos de praderas y matorrales.

c. Suelos agrícolas

c.1. La subcategoría de suelos agrícolas que permanecen como tales, incluye:

- encalado de suelos agrícolas.

c.2. La subcategoría de suelos de otros usos que pasan a suelos agrícolas incluye:

- habilitación: suelo de bosque nativo que pasa a suelos agrícolas,
- desplantación: suelos de plantaciones forestales que pasan a suelos agrícolas, y
- rehabilitación: suelos de praderas y matorrales, suelos urbanos, suelos de humedales y suelos desnudos que pasan a suelos agrícolas.

d. Suelos urbanos

d.1. La subcategoría de suelos urbanos que permanecen como tales no es incluida por falta de información.

d.2. La subcategoría de suelos de otros usos que pasan a suelos urbanos incluye:

- avance urbano: suelos en otros usos que pasan a suelos urbanos

e. Suelos de humedales

No incluidos por falta de información.

f. Suelos desnudos (áreas desprovistas de vegetación, nieves y glaciares, cuerpos de agua y áreas no reconocidas)

f.1. La subcategoría de suelos desnudos que permanecen como tales no es incluida por falta de información.

f.2. La subcategoría de suelos de otros usos que pasan a suelos desnudos incluye:

- devegetación: suelos en otros usos que pasan a suelos desnudos

B.1. Fuentes de información de datos de actividad estadísticos

- CONAF; CONAMA; BIRF. 2003 y 2007. Actualización Catastro de Uso del Suelo y Vegetación, IX, XIV, X, XII, IV, V, XIII y VI Región,
- CONAF; CONAMA; BIRF. 1999. Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional con variables ambientales,
- CONAF. 2009. Informe de Bosque Nativo Manejado. Departamento de Prospección Sectorial (DPS), Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe nacional,
- FONDEF. 2003. Informe final de evaluación del comportamiento de la vegetación en la contaminación atmosférica de Santiago,
- INE. 2008. División Político Administrativa y Censal 2007,
- INE. 2007. VII Censo Nacional Agropecuario y forestal 2007,
- INE. 1997. VI Censo nacional agropecuario 1997,
- INE. SAG. 2003, 2006, 2007, 2008 y 2009. Catastro vitivinícola, informe anual,
- INFOR. 2009. Anuario forestal 2008,
- INFOR. 2007. Disponibilidad de Madera de Eucalyptus en Chile: 2006 a 2025. Informe Técnico Nº 173,
- INFOR. 2005. Disponibilidad de Madera en Plantaciones Forestales de Pino Radiata en Chile; 2003 a 2032. Informe Técnico Nº 170,
- INFOR. Estadísticas forestales 1983 al 2008,
- ODEPA. 2009. Superficie y producción de vides para vinificación, de mesa y pisqueras. www.odepa.gob.cl. Julio 2009,
- ODEPA, CIREN. 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008. Catastro frutícola, principales resultados. III, IV, IX, VII, XIII, VI, VIII, V y X Región, y
- Universidad Austral de Chile. 2009. Actualización Catastro de Uso del Suelo y Vegetación, VIII Región del Bío-Bío.

B.2. Fuentes de información de datos de actividad paramétricos

- Consultores externos¹⁶,
- FIA. 2001, Bosque nativo en Chile: Situación actual y perspectivas,
- FAO. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe nacional. Chile
- INFOR; UACH; FONDEF. 2002. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono. Informe Técnico, y

¹⁶ Aquiles Neuenschwander A., Ing. Forestal (FIA) y Gonzalo Paredes V., Ing. Forestal Ph.D. (Universidad Austral de Chile); Alfonso Rosas, experto en producción y uso de cal agrícola (SOPROCAL).

B.3. Series temporales de datos de actividad estadísticos

Actualmente se dispone de nueva información proveniente de CONAF¹⁷, sobre usos de suelos en Chile, serie temporal 1984/2007 por tipo de uso. Esta información, que se presenta en el Cuadro 5.78 para la serie 1984/1995 y en el Cuadro 5.79 para la serie temporal 1996/2007, si bien es de suma importancia, no es coherente en la superficie total del país. En el futuro, los organismos responsables deberían el procurar una mejor información.

Cuadro 5.78. Uso de suelo (ha) por tipo de uso, serie temporal 1984/1995 (ej. 1984, 1990 y 1995)

Uso de Suelo/año	1984	1990	1995
Suelos forestales nativos	11.762.574	11.693.964	11.636.788
Plantaciones forestales	977.853	1.507.224	1.948.366
Suelos de praderas y matorrales	20.126.686	19.984.688	19.866.358
Suelos agrícolas	4.065.142	3.901.388	3.764.927
Suelos urbanos	112.200	152.060	185.277
Humedales	4.595.169	4.590.587	4.586.769
Suelos desnudos	33.776.594	33.586.118	33.427.388
Total*	75.416.217	75.416.028	75.415.871

*existe inconsistencia en la superficie total

Cuadro 5.79. Uso de suelo (ha) por tipo de uso, serie temporal 1996/2007 (ej. 1996, 2000 y 2007)

Uso de Suelo/año	1996	2000	2007
Suelos forestales nativos	11.625.353	11.596.558	11.529.222
Plantaciones forestales	2.036.594	2.390.134	3.008.203
Suelos de praderas y matorrales	19.842.691	19.725.168	19.542.361
Suelos agrícolas	3.737.634	3.609.613	3.404.428
Suelos urbanos	191.920	225.625	277.476
Humedales	4.586.005	4.574.434	4.562.702
Suelos Desnudos	33.395.642	33.278.324	33.063.352
Total*	75.415.839	75.399.856	75.387.743

*existe inconsistencia en la superficie total

Además de la información antes señalada, CONAF posee estudios que actualizan las cifras del “Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” entregados en 1999.

La nueva documentación tiene el nombre de “Actualización Catastro de Uso del Suelo y Vegetación”, y presenta una segunda imagen del uso de los suelos en años posteriores a 1999, facilitando conocer donde existieron cambios en los usos del suelo.

Esta información se encuentra disponible para las regiones V, XIII, VI, VIII, IX, XIV, X y XII, por lo que el cambio de uso de suelos fue construido sólo con las regiones mencionadas. En el Cuadro 5.80 se presenta, como ejemplo, el cambio de uso de suelo para la VIII Región (todos los demás cambios en el uso de los suelos a nivel regional se encuentran en anexos digitales).

Para estandarizar la información al formato PICC, el cuadro de uso de suelo fue adaptado a las categorías LULUCF (Cuadro 5.81), donde Suelos Forestales Nativos queda conformado por bosque nativo, bosque mixto y bosque de protección, mientras que Suelos Desnudos queda conformado por áreas desprovistas de vegetación, nieves y glaciares, cuerpos de agua y áreas no reconocidas.

¹⁷ María Verónica Oyarzún A. Ing. Forestal. Jefe Departamento de Prospección Sectorial

Cuadro 5.80. Cambio en el uso de suelo (ha) VIII Región, período 1998/2008

Usos 1998	Usos 2008											Total 1998 (ha)	
	1. Áreas Urbanas e Industriales	2. Terrenos Agrícolas	3. Praderas Y Matorrales	4. Bosques				5. Humedales	6. Áreas Desprovistas de Vegetación	7. Nieves y Glaciares	8. Cuerpos de Agua		9. Áreas No Reconocidas
				4.1. Plantaciones	4.2. Bosque Nativo	4.3. Bosque Mixto	4.4. Protecciones						
1. Áreas urbanas e industriales	25.659	0	35	97	0	13	0	0	0	0	0	0	25.803
2. Terrenos agrícolas	5.647	803.235	8.407	142.135	487	964	0	25	0	0	45	0	960.944
3. Praderas y matorrales	1.608	12.767	465.371	137.526	5.281	4.162	0	20	33	0	970	0	627.737
4. Bosques													
4.1. Plantaciones	2.361	3.911	8.430	924.063	2.725	2.134	0	2	48	0	14	0	943.687
4.2. Bosque nativo	31	465	4.850	20.930	767.478	1.963	0	0	61	0	1.456	0	797.234
4.3. Bosque mixto	22	153	567	8.189	468	46.764	0	0	7	0	0	0	56.170
4.4. Protecciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal bosques	2.414	4.529	13.847	953.181	770.672	50.861	0	2	116	0	1.470	0	1.797.091
5. Humedales	271	0	2	195	11	0	0	11.548	0	0	0	0	12.027
6. Áreas desprovistas de vegetación	84	0	919	557	5	25	0	0	133.093	0	0	0	134.682
7. Nieves y glaciares	0	0	216	0	0	0	0	0	8	94.723	0	0	94.948
8. Cuerpos de agua	16	47	72	57	0	19	0	0	0	0	52.348	0	52.559
9. Áreas no reconocidas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal otros	101	47	1.207	614	5	44	0	0	133.101	94.723	52.348	0	282.189
Total 2008 (ha)	35.700	820.578	488.869	1.233.747	776.455	56.043	0	11.595	133.249	94.723	54.833	0	3.705.791

NOTA: para una correcta interpretación, el cuadro debe leerse por fila, desde izquierda a derecha. Ej: la superficie en uso 1998 de Áreas Urbanas e Industriales que se mantuvo como Áreas Urbanas e Industriales para el uso 2008 fue de 25.659 ha; la superficie en uso 1998 de Terrenos Agrícolas que pasan a Áreas Urbanas e Industriales en el uso 2008 fue de 5.647 ha, etc.

Cuadro 5.81. Adaptación del cuadro cambio en el uso de suelo (ha) VIII Región, período 1998/2008

Usos 1998	Usos 2008							Total 1998 (ha)
	SFN	PF	PM	SA	SU	HU	SD	
Suelos forestales nativos	816.674	29.119	5.416	618	53	0	1.524	853.404
Plantaciones forestales	4.859	924.063	8.430	3.911	2.361	2	62	943.687
Suelos de praderas	9.443	137.526	465.371	12.767	1.608	20	1.002	627.737
Suelos agrícolas	1.451	142.135	8.407	803.235	5.647	25	45	960.944
Suelos urbanos	13	97	35	0	25.659	0	0	25.803
Humedales	11	195	2	0	271	11.548	0	12.027
Suelos desnudos	49	614	1.207	47	101	0	280.172	282.189
Total 2008 (ha)	832.498	1.233.747	488.869	820.578	35.700	11.595	282.805	3.705.791

Otro inconveniente de esta información es que cada región presenta diferencias en el intervalo de los años en los cuales fueron tomadas las dos imágenes, dificultando la estandarización del agregado país. Como muestra el Cuadro 5.82, para asignar el cambio anual, los valores en los cambios de uso del suelo fueron divididos por la cantidad de años del intervalo. Los años utilizados, fueron los años publicados en cada documento.

Cuadro 5.82. Situación de la información procedente de "Actualización Catastro de Uso del Suelo y Vegetación", por región administrativa

Región	Actualización catastros		
	Período		Intervalo
V	1995	2000	5
XIII	1995	2000	5
VI	1995	2000	5
VIII	1998	2008	10
IX	1993	2007	14
XIV	1998	2006	8
X	1998	2006	8
XII	1996	2005	9

Una vez determinado los años dentro de cada intervalo, los cuadros de cambio en el uso de suelo fueron conformados en períodos anuales. El Cuadro 5.83 presenta un ejemplo (para la VIII Región) del formato en el cual el cambio de uso de suelo es asignado anualmente.

Cuadro 5.83. Cambio de uso del suelo (ha) en la VIII Región, período anual 2003/2004

Uso 2003	Uso 2004							Total 2003
	SFN	PF	PM	SA	SU	HU	SD	
Suelos forestales nativos	839.278	2.912	542	62	5	0	152	842.951
Plantaciones forestales	486	1.086.755	843	391	236	0	6	1.088.717
Suelos de praderas	944	13.753	542.067	1.277	161	2	100	558.303
Suelos agrícolas	145	14.214	841	874.990	565	3	5	890.761

Uso 2003	Uso 2004							Total 2003
	SFN	PF	PM	SA	SU	HU	SD	
Suelos urbanos	1	10	4	0	30.737	0	0	30.752
Humedales	1	20	0	0	27	11.763	0	11.811
Suelos desnudos	5	61	121	5	10	0	282.295	282.497
2004	840.860	1.117.723	544.416	876.725	31.741	11.768	282.558	3.705.791

Por último, fueron construidas las tablas para los orígenes y destinos de los cambios de uso de suelo en suelos forestales nativos (Cuadro 5.84), plantaciones forestales (Cuadro 5.85), praderas y matorrales (Cuadro 5.86), suelos agrícolas (Cuadro 5.87), suelos urbanos (Cuadro 5.88), humedales (Cuadro 5.89) y suelos desnudos (Cuadro 5.90).

Cuadro 5.84. Superficie (ha) ingresada a suelos forestales nativos proveniente de otros usos de suelos: VIII Región

Entrada de suelos	2003	2004	2005	2006	2007
SFN que permanecen como SFN	841.369	839.278	837.187	835.097	833.006
Otros usos que cambian a SFN	1.582	1.582	1.582	1.582	1.582
PF a SFN	486	486	486	486	486
PM a SFN	944	944	944	944	944
SA a SFN	145	145	145	145	145
SU a SFN	1	1	1	1	1
HU a SFN	1	1	1	1	1
SD a SFN	5	5	5	5	5
Total	842.951	840.860	838.770	836.679	834.589

Cuadro 5.85. Superficie (ha) ingresada a plantaciones forestales proveniente de otros usos de suelos: VIII Región

Entrada de suelos	2003	2004	2005	2006	2007
PF que permanecen como PF	1.057.749	1.086.755	1.115.761	1.144.767	1.173.773
Otros usos que cambian a PF	30.969	30.969	30.969	30.969	30.969
SFN a PF	2.912	2.912	2.912	2.912	2.912
PM a PF	13.753	13.753	13.753	13.753	13.753
SA a PF	14.214	14.214	14.214	14.214	14.214
SU a PF	10	10	10	10	10
HU a PF	20	20	20	20	20
SD a PF	61	61	61	61	61
Total	1.088.717	1.117.723	1.146.729	1.175.735	1.204.741

Cuadro 5.86. Superficie (ha) ingresada a praderas y matorrales, provenientes de otros usos de suelos: VIII Región

Entrada de suelos	2003	2004	2005	2006	2007
PM que permanecen como PM	555.953	542.067	528.180	514.293	500.406
Otros usos que cambian a PM	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350

Entrada de suelos	2003	2004	2005	2006	2007
SFN a PM	542	542	542	542	542
PF a PM	843	843	843	843	843
SA a PM	841	841	841	841	841
SU a PM	4	4	4	4	4
HU a PM	0	0	0	0	0
SD a PM	121	121	121	121	121
Total	558.303	544.416	530.530	516.643	502.756

**Cuadro 5.87. Superficie (ha) ingresada a suelos agrícolas proveniente de otros usos de suelos:
VIII Región**

Entrada de suelos	2003	2004	2005	2006	2007
SA que permanecen como SA	889.027	874.990	860.954	846.917	832.880
Otros usos que cambian a SA	1.734	1.734	1.734	1.734	1.734
SFN a SA	62	62	62	62	62
PF a SA	391	391	391	391	391
PM a SA	1.277	1.277	1.277	1.277	1.277
SU a SA	0	0	0	0	0
HU a SA	0	0	0	0	0
SD a SA	5	5	5	5	5
Total	890.761	876.725	862.688	848.651	834.615

**Cuadro 5.88. Superficie (ha) ingresada a suelos urbanos proveniente de otros usos de suelos:
VIII Región**

Entrada de suelos	2003	2004	2005	2006	2007
SU que permanecen como SU	29.747	30.737	31.727	32.716	33.706
Otros usos que cambian a SU	1.004	1.004	1.004	1.004	1.004
SFN a SU	5	5	5	5	5
PF a SU	236	236	236	236	236
PM a SU	161	161	161	161	161
SA a SU	565	565	565	565	565
HU a SU	27	27	27	27	27
SD a SU	10	10	10	10	10
Total	30.752	31.741	32.731	33.720	34.710

Cuadro 5.89. Superficie (ha) ingresada a humedales proveniente de otros usos de suelos: VIII Región

Entrada de suelos	2003	2004	2005	2006	2007
HU que permanecen como HU	11.806	11.763	11.720	11.676	11.633
Otros usos que cambian a HU	5	5	5	5	5
SFN a HU	0	0	0	0	0
PF a HU	0	0	0	0	0
PM a HU	2	2	2	2	2
SA a HU	3	3	3	3	3

Entrada de suelos	2003	2004	2005	2006	2007
SU a HU	0	0	0	0	0
SD a HU	0	0	0	0	0
Total	11.811	11.768	11.724	11.681	11.638

Cuadro 5.90. Superficie (ha) ingresada a suelos desnudos proveniente de otros usos de suelos:
VIII Región

Entrada de suelos	2003	2004	2005	2006	2007
SD que permanecen como SD	282.233	282.295	282.357	282.418	282.480
Otros usos que cambian a SD	263	263	263	263	263
SFN a SD	152	152	152	152	152
PF a SD	6	6	6	6	6
PM a SD	100	100	100	100	100
SA a SD	5	5	5	5	5
SU a SD	0	0	0	0	0
HU a SD	0	0	0	0	0
Total	282.497	282.558	282.620	282.681	282.743

B.3.1. Suelos forestales

Los datos estadísticos requeridos para los ítems considerados dentro de esta categoría, cuenta con información regular y completa, proveniente de INFOR y CONAF, salvo en los casos donde existen cambios en el uso de los suelos, situación en la cual la información fue manejada de la forma anteriormente señalada.

Para los suelos forestales que permanecen como suelos forestales los datos estadísticos, separados por ítem, fueron los siguientes:

- **Incremento de la biomasa forestal:**

Para determinar la captura de dióxido de carbono por el incremento de la biomasa aérea, se requiere información relacionada con la superficie de plantaciones forestales (Cuadro 5.91) y bosque nativo manejado (Cuadro 5.92). La información relacionada con bosque nativo manejado está compuesta por: corte de regeneración, raleo, cortas intermedias y poda.

Cuadro 5.91. Superficie de plantaciones forestales (ha), por especie, total país

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
Pino insigne	1.446.414	1.408.430	1.424.569	1.419.300	1.461.212
Eucalipto	436.706	489.602	525.057	552.337	638.911
Atriplex	57.615	58.502	58.512	61.768	58.851
Tamarugo/algarrobo	24.539	25.254	26.039	26.306	25.799
Pino oregón	15.627	16.460	16.769	16.665	16.075
Álamo	5.084	6.009	5.983	3.103	6.395
Nothofagus sp	934	1.176	1.176	1.176	1.176

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
Otras especies (INFOR)	59.511	65.086	78.434	42.725	92.091
Total 2 con INFOR	2.046.430	2.070.519	2.136.539	2.123.380	2.300.510

Cuadro 5.92. Superficie total de bosque nativo manejado (ha), por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	336	227	417	485	38
XIII	239	237	434	415	398
VI	608	1.280	466	753	876
VII	1.366	1.313	899	831	954
VIII	1.951	497	4.037	1.286	1.516
IX	2.822	2.345	2.275	4.199	3.210
XIV	1.817	1.518	2.284	2.465	2.735
X	2.999	3.020	3.477	4.315	5.001
XI	1.329	1.068	3.335	2.500	3.134
XII	336	227	417	485	38
Total	239	237	434	415	398

- **Cosecha forestal:**

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono, procedentes de la cosecha de plantaciones forestales y bosque nativo es necesario determinar el consumo de leña y trozas industriales.

El consumo de leña regional, fue determinado con el dato estadístico presentado en el Cuadro 5.93, que muestra el total de leña consumida por el país. Para la desagregación de este ítem fue usada la información del boletín estadístico forestal de 1994, que presenta el porcentaje de participación regional en el consumo de leña (descrito anteriormente). El consumo de leña por región es el presentado en el Cuadro 5.94.

Cuadro 5.93. Consumo de leña (m³), total país

1000 m ³ de leña consumida	
2003	11.641
2004	12.293
2005	13.112
2006	13.488
2007	14.216

Cuadro 5.94. Consumo de leña (m³), por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
XV	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
IV	349	369	393	405	427
V	582	615	656	674	711
XIII	466	492	525	540	569
VI	1.048	1.106	1.180	1.214	1.280
VII	1.164	1.229	1.311	1.349	1.422
VIII	3.492	3.688	3.934	4.046	4.265
IX	932	985	1.050	1.080	1.139
XIV	1.861	1.966	2.097	2.157	2.273
X	1.397	1.475	1.574	1.619	1.706
XI	233	246	262	270	284
XII	116	123	131	135	142
Total país	11.641	12.293	13.112	13.488	14.216

El Cuadro 5.95 muestra los datos totales de consumo de trozas industriales en el país.

Cuadro 5.95. Cosecha nacional de trozas industriales (m³), por especie

Especie/año	2003	2004	2005	2006	2007
Pino Insigne	22.087.541	25.801.564	25.729.117	25.534.542	27.494.970
Eucalipto	4.596.081	4.596.081	4.596.081	4.596.081	4.596.081
Nativa	645.826	645.826	645.826	645.826	645.826
Otras Exóticas	161.596	161.596	161.596	161.596	161.596
Total país	27.491.044	31.205.067	31.132.620	30.938.045	32.898.473

Los cuadros 5.96, 5.97, 5.98 y 5.99 presentan información relacionada con el consumo de trozas industriales, por especie y región.

Cuadro 5.96. Consumo de trozas industriales (m³) de pino insignie, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	61.316	72.041	82.740	55.647	78.635
XIII	0	340	0	91	91
VI	394.667	545.806	381.894	449.478	393.150
VII	3.585.166	4.501.649	4.632.672	4.676.738	4.721.770
VIII	13.679.488	13.708.999	15.138.233	15.373.962	15.606.180
IX	3.231.522	4.361.972	3.523.670	3.124.836	4.005.587
XIV	1.039.766	2.390.892	1.804.012	1.697.673	2.463.056
X	95.616	219.865	165.896	156.117	226.501
Total país	22.087.541	25.801.564	25.729.117	25.534.542	27.494.970

Cuadro 5.97. Consumo de trozas industriales (m³) de eucalipto, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
IV	12.487	627	12.204	12.135	17.768
V	326.077	341.243	268.638	272.896	292.874

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
XIII	0	0	780	86.903	63.536
VI	71.796	171.759	249.890	233.447	289.373
VII	313.805	255.830	247.121	167.618	45.303
VIII	2.691.955	2.662.077	2.969.383	4.078.092	6.184.072
IX	707.169	698.142	1.117.643	733.615	2.033.538
XIV	194.041	497.230	444.922	486.262	464.286
X	278.751	714.297	639.154	698.541	393.235
Total país	4.596.081	5.341.205	5.949.735	6.769.509	9.783.985

Cuadro 5.98. Consumo de trozas industriales (m³) de especies nativas, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
VII	9.489	9.489	8.214	7.083	7.083
VIII	17.815	17.815	23.320	11.705	11.112
IX	98.366	98.366	106.957	115.122	113.080
XIV	206.839	206.839	203.280	181.164	176.048
X	120.157	120.157	118.089	105.242	102.270
XI	50.333	50.333	38.946	24.599	20.849
XII	120.722	120.722	150.269	90.716	85.081
Total país	623.721	623.721	649.075	535.631	515.523

Cuadro 5.99. Consumo de trozas industriales (m³) de otras especies exóticas, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	34	0	0	52	52
XIII	231	1.770	490	589	589
VI	35.411	53.617	60.359	47.976	45.355
VII	26.554	36.288	27.512	54.236	47.583
VIII	11.769	10.159	80.964	57.132	40.017
IX	33.694	42.683	64.119	97.938	91.105
XIV	39.674	63.754	71.661	87.853	89.594
X	13.791	22.161	24.910	30.538	31.143
XI	438	1.042	2.402	2.423	1.884
Total país	161.596	231.474	332.417	378.737	347.322

- **Residuos forestales:**

Para determinar las emisiones de gases no dióxido de carbono, procedentes desde los residuos de plantaciones forestales y bosque nativo, fue necesaria la información de superficies (la misma utilizada para incremento de la biomasa forestal) y superficie forestal cosechada.

Para determinar las superficies cosechadas para trozas industriales, fue necesario el consumo de trozas industriales y las tasas de incremento anual de la biomasa aérea comercial (descritas posteriormente en factores de emisión y otros datos de actividad paramétricos). Los cuadros 5.100, 5.101 y 5.102 presentan las superficies cosechadas, por especie y región.

Cuadro 5.100. Superficie de pino insigne (ha) cosechado para trozas industriales

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	313	364	371	378	437
XIII	0	1	1	1	1
VI	1.680	1.955	1.996	2.030	2.347
VII	15.200	17.692	18.057	18.370	21.241
VIII	40.581	47.234	48.208	49.043	56.708
IX	10.400	12.105	12.355	12.569	14.533
XIV	5.492	6.393	6.524	6.638	7.675
X	505	588	600	610	706
Total país	74.172	86.332	88.111	89.638	103.647

Cuadro 5.101. Superficie de eucalipto (ha) cosechado para trozas industriales

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
IV	47	54	56	57	65
V	699	814	830	845	977
XIII	49	57	58	59	69
VI	542	630	643	655	757
VII	726	845	862	877	1.015
VIII	8.481	9.872	10.075	10.250	11.852
IX	3.206	3.731	3.808	3.874	4.480
XIV	869	1.011	1.032	1.050	1.214
X	1.107	1.288	1.315	1.338	1.547
Total país	15.725	18.303	18.680	19.004	21.974

Cuadro 5.102. Superficie de especies nativas (ha) cosechadas para trozas industriales

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
VI	1	1	1	1	1
VII	147	171	175	178	206
VIII	923	1.075	1.097	1.116	1.290
IX	1.638	1.907	1.946	1.980	2.289
XIV	2.188	2.546	2.599	2.644	3.057
X	1.271	1.479	1.510	1.536	1.776
XI	260	302	308	314	363
XII	885	1.031	1.052	1.070	1.237
Total país	7.313	8.512	8.687	8.838	10.219

- Incendios forestales:

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono, gases no dióxido de carbono y capturas de dióxido de carbono, provenientes de la quema de la biomasa forestal afectada por incendios, fue necesaria la información relacionada con la superficie afectada por incendios forestales, para plantaciones forestales y bosque nativo.

La información estadística, proveniente de INFOR, se presenta dividida en superficie de plantaciones forestales (Cuadro 5.103) y superficie de vegetación natural afectada por incendio (Cuadro 5.104). Fue necesario desagregar esta última en función del porcentaje de uso de suelo

(Cuadro 5.83) que presenta el bosque nativo y praderas y matorrales. La superficie de bosque nativo afectado por incendios se presenta en el Cuadro 5.105.

Cuadro 5.103. Superficie de plantaciones forestales (ha) afectadas por incendios forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
IV	28	8	13	72	54
V	2.714	833	455	474	2.742
XIII	100	484	23	31	27
VI	1.468	533	498	1.926	511
VII	708	530	199	217	812
VIII	4.726	2.592	357	21.703	2.008
IX	1.033	2.449	234	350	1.980
XIV	20	29	15	19	263
X	9	12	6	8	114
XI	0	0	1	0	3
Total	10.806	7.470	1.801	24.800	8.514

Cuadro 5.104. Superficie de vegetación natural (ha) afectadas por incendios forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
III	179	2	2	0	0
IV	1.778	1.463	386	94	67
V	12.447	6.583	3.476	2.479	2.816
XIII	4.700	4.255	2.169	1.032	460
VI	5.353	14.398	4.414	3.980	5.884
VII	1.563	1.769	1.296	778	1.757
VIII	4.765	3.685	1.171	2.942	4.056
IX	1.251	1.453	379	270	2.375
XIV	26	17	32	32	352
X	525	344	642	655	7.173
XI	773	784	1.367	512	507
XII	14	15.201	232	25	318
Total	33.374	49.954	15.565	12.799	25.765

Cuadro 5.105. Superficie de bosque nativo (ha) afectado por incendios forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
IV	18	15	4	1	1
V	1.372	729	386	277	315
XIII	612	556	285	136	61
VI	872	2.328	708	633	928
VII	449	503	364	216	483
VIII	2.867	2.237	717	1.819	2.531
IX	764	889	232	166	1.460

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
XIV	16	11	20	20	224
X	276	181	338	345	3.780
XI	609	617	1.076	403	399
XII	7	7.085	108	12	148
Total	7.861	15.149	4.238	4.027	10.330

- **Renovales de bosque nativo:**

Para determinar las capturas de dióxido de carbono, por el incremento de la biomasa aérea de renovales de bosque nativo, es necesaria la información relacionada a superficie de renovales. Esta información (Cuadro 5.106) fue tomada de la misma fuente empleada para el ejercicio anterior (INGEI 1984/2003) y que corresponde al “Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile” CONAF-CONAMA. 1999).

Cuadro 5.106. Superficie renovales de bosque nativo (ha), por región administrativa

Tipo de renewal	Región										
	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
Renoval denso	0	6	11	33	174	255	196	186	127	209	53
Renoval semidenso	1	40	27	34	96	188	195	270	185	450	45
Renoval abierto	0	48	56	44	52	95	59	102	70	252	22
Adulto + Renoval denso	0	0	0	4	23	34	48	74	51	123	69
Adulto + Renoval semidenso	0	0	0	0	2	29	31	83	56	103	74
Adulto + Renoval abierto	0	0	0	0	0	7	11	17	12	5	5
Total	2	94	94	116	346	608	540	732	500	1.143	268

- **Substitución:**

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono, gases no dióxido de carbono y capturas de dióxido de carbono, provenientes de la substitución de bosque nativo por plantaciones forestales, es necesaria la información relacionada con el cambio de uso de suelo. El Cuadro 5.107 muestra la superficie substituida anualmente.

Cuadro 5.107. Substitución: bosque nativo (ha) que pasa a plantación forestal, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	133	133	133	133	133
XIII	3	3	3	3	3
VI	249	249	249	249	249
VIII	2.912	2.912	2.912	2.912	2.912
IX	2.471	2.471	2.471	2.471	2.471
XIV	2.675	2.675	2.675	2.675	2.675
X	481	481	481	481	481
XII	0	0	0	0	0
Total	8.923	8.923	8.923	8.923	8.923

- **Restitución:**

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono, gases no dióxido de carbono y capturas de dióxido de carbono, provenientes de los suelos de plantaciones forestales que retornan a bosque nativo, es necesaria la información relacionada con el cambio de uso de suelo. El Cuadro 5.108 muestra la superficie restituida anualmente.

Cuadro 5.108. Restitución: suelo de plantaciones forestales (ha) que pasa a bosque nativo, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	0	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0
VIII	486	486	486	486	486
IX	59	59	59	59	59
XIV	13	13	13	13	13
X	3	3	3	3	3
XII	0	0	0	0	0
Total	561	561	561	561	561

Para los suelos de otros usos que pasan a suelos forestales, los datos estadísticos, separados por ítem, fueron los siguientes:

- **Abandono:**

Para determinar las capturas de dióxido de carbono, provenientes de los suelos de praderas y matorrales, suelos agrícolas, suelos urbanos, suelos de humedales y suelos desnudos que pasan a suelos forestales, es necesaria la información relacionada con el cambio de uso de suelo. Los cuadros 5.109, 5.110, 5.111, 5.112 y 5.113 muestran la superficie abandonada anualmente.

Cuadro 5.109. Abandono: praderas y matorrales (ha) que pasan a suelos forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	397	397	397	397	397
XIII	143	143	143	143	143
VI	4	4	4	4	4
VIII	944	944	944	944	944
IX	568	568	568	568	568
XIV	907	907	907	907	907
X	290	290	290	290	290
XII	6	6	6	6	6
Total	3.259	3.259	3.259	3.259	3.259

Cuadro 5.110. Abandono: suelos agrícolas (ha) que pasan a suelos forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	0	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0
VIII	145	145	145	145	145
IX	163	163	163	163	163
XIV	12	12	12	12	12
X	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
Total	320	320	320	320	320

Cuadro 5.111. Abandono: suelos urbanos (ha) que pasan a suelos forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	0	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0
VIII	1	1	1	1	1
IX	0	0	0	0	0
XIV	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
Total	1	1	1	1	1

Cuadro 5.112. Abandono: humedales (ha) que pasan a suelos forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	0	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0
VIII	1	1	1	1	1
IX	1	1	1	1	1
XIV	5	5	5	5	5
X	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
Total	6	6	6	6	6

Cuadro 5.113. Abandono: suelos desnudos (ha) que pasan a suelos forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	0	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0
VIII	5	5	5	5	5
IX	14	14	14	14	14
XIV	6	6	6	6	6
X	1	1	1	1	1

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
XII	0	0	0	0	0
Total	26	26	26	26	26

- **Forestación:**

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono, gases no dióxido de carbono y capturas de dióxido de carbono, provenientes de los suelos de praderas y matorrales, suelos agrícolas, suelos urbanos, suelos de humedales y suelos desnudos que pasan a plantaciones forestales, fue necesaria la información relacionada con el cambio de uso de suelo. Los cuadros 5.114, 5.115, 5.116 y 5.118 muestran la superficie abandonada anualmente.

Cuadro 5.114. Forestación: praderas y matorrales (ha) que pasan a plantaciones forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	936	936	936	936	936
XIII	158	158	158	158	158
VI	913	913	913	913	913
VIII	13.753	13.753	13.753	13.753	13.753
IX	5.892	5.892	5.892	5.892	5.892
XIV	5.030	5.030	5.030	5.030	5.030
X	1.964	1.964	1.964	1.964	1.964
XII	0	0	0	0	0
Total	28.646	28.646	28.646	28.646	28.646

Cuadro 5.115. Forestación: suelos agrícolas (ha) que pasan a plantaciones forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	276	276	276	276	276
XIII	40	40	40	40	40
VI	795	795	795	795	795
VIII	14.214	14.214	14.214	14.214	14.214
IX	8.310	8.310	8.310	8.310	8.310
XIV	105	105	105	105	105
X	3	3	3	3	3
XII	0	0	0	0	0
Total	23.743	23.743	23.743	23.743	23.743

Cuadro 5.116. Forestación: suelos urbanos (ha) que pasan a plantaciones forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	3	3	3	3	3
XIII	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0
VIII	10	10	10	10	10
IX	1	1	1	1	1

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
XIV	1	1	1	1	1
X	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
Total	14	14	14	14	14

Cuadro 5.117. Forestación: humedales (ha) que pasan a plantaciones forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	0	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0
VI	2	2	2	2	2
VIII	20	20	20	20	20
IX	28	28	28	28	28
XIV	59	59	59	59	59
X	6	6	6	6	6
XII	0	0	0	0	0
Total	115	115	115	115	115

Cuadro 5.118. Forestación: suelos desnudos (ha) que pasan a plantaciones forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	14	14	14	14	14
XIII	0	0	0	0	0
VI	5	5	5	5	5
VIII	61	61	61	61	61
IX	22	22	22	22	22
XIV	147	147	147	147	147
X	4	4	4	4	4
XII	0	0	0	0	0
Total	253	253	253	253	253

B.3.2. Suelos de praderas y matorrales

Para los suelos de praderas y matorrales que permanecen como praderas y matorrales, los datos estadísticos, separados por ítem, fueron los siguientes:

- **Incendios en praderas y matorrales:**

En los suelos de praderas y matorrales, el dióxido de carbono se encuentra en balance debido a que el C capturado, por el incremento de la biomasa de plantas anuales, es emitido en el mismo año, ya sea por incendios o por el ciclo natural de la pradera. Por esta razón, sólo se deben contabilizar las emisiones de gases no dióxido de carbono. Para determinar las emisiones, fue necesaria la información relacionada con la superficie afectada por incendios.

Como anteriormente se comentó, fue necesario desagregar la información de INFOR. La superficie de praderas y matorrales afectada por incendios se presenta en el Cuadro 5.119.

Cuadro 5.119. Superficie de praderas y matorrales (ha) afectadas por incendios forestales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
III	179	2	2	0	0
IV	1.760	1.449	382	93	66
V	11.075	5.855	3.090	2.202	2.501
XIII	4.088	3.699	1.885	896	399
VI	4.481	12.071	3.706	3.347	4.957
VII	1.114	1.266	932	562	1.274
VIII	1.899	1.448	454	1.123	1.525
IX	487	564	147	104	915
XIV	10	6	12	12	128
X	249	163	304	310	3.393
XI	164	167	291	109	108
XII	8	8.116	124	13	170
Total	25.513	34.805	11.327	8.772	15.436

Para los suelos en otros usos que pasan a praderas y matorrales, los datos estadísticos, separados por ítem, fueron los siguientes:

- **Habilitación:**

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono, gases no dióxido de carbono y capturas de dióxido de carbono, provenientes de suelos con bosque nativo que pasan a praderas y matorrales, fue necesaria la información relacionada con el cambio de uso de suelo. El Cuadro 5.120 muestra la superficie habilitada anualmente.

Cuadro 5.120. Habilitación: suelos de bosque nativo (ha) que pasan a praderas y matorrales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	69	69	69	69	69
XIII	31	31	31	31	31
VI	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060
VIII	542	542	542	542	542
IX	1.190	1.190	1.190	1.190	1.190
XIV	319	319	319	319	319
X	589	589	589	589	589
XII	135	135	135	135	135
Total	3.935	3.935	3.935	3.935	3.935

- **Desplantación:**

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono, gases no dióxido de carbono y capturas de dióxido de carbono, provenientes de plantaciones forestales que pasan a praderas y matorrales, fue necesaria la información relacionada con el cambio de uso de suelo. El Cuadro 5.121 muestra la superficie desplantada anualmente.

Cuadro 5.121. Desplantación: suelos de plantaciones forestales (ha) que pasan a praderas y matorrales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	12	12	12	12	12
XIII	0	0	0	0	0
VI	98	98	98	98	98
VIII	843	843	843	843	843
IX	652	652	652	652	652
XIV	38	38	38	38	38
X	62	62	62	62	62
XII	0	0	0	0	0
Total	1.705	1.705	1.705	1.705	1.705

- **Regeneración:**

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono, gases no dióxido de carbono y capturas de dióxido de carbono, provenientes de suelos agrícolas, suelos urbanos, suelos de humedales y suelos desnudos que pasan a suelos de praderas y matorrales, fue necesaria la información relacionada con el cambio de uso de suelo. Los cuadros 5.122, 5.123, 5.124 y 5.125, muestran la superficie regenerada anualmente.

Cuadro 5.122. Regeneración: suelos agrícolas (ha) que pasan a praderas y matorrales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	101	101	101	101	101
XIII	32	32	32	32	32
VI	16	16	16	16	16
VIII	841	841	841	841	841
IX	149	149	149	149	149
XIV	2	2	2	2	2
X	4	4	4	4	4
XII	0	0	0	0	0
Total	1.144	1.144	1.144	1.144	1.144

Cuadro 5.123. Regeneración: suelos urbanos (ha) que pasan a praderas y matorrales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	0	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0
VIII	4	4	4	4	4
IX	1	1	1	1	1
XIV	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
Total	5	5	5	5	5

Cuadro 5.124. Regeneración: humedales (ha) que pasan a praderas y matorrales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	0	0	0	0	0
XIII	3	3	3	3	3
VI	24	24	24	24	24
VIII	0	0	0	0	0
IX	31	31	31	31	31
XIV	3	3	3	3	3
X	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
Total	62	62	62	62	62

Cuadro 5.125. Regeneración: suelos desnudos (ha) que pasan a praderas y matorrales, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	2	2	2	2	2
XIII	0	0	0	0	0
VI	373	373	373	373	373
VIII	121	121	121	121	121
IX	53	53	53	53	53
XIV	93	93	93	93	93
X	161	161	161	161	161
XII	0	0	0	0	0
Total	802	802	802	802	802

B.3.3. Suelos Agrícolas

Para la serie temporal 1984/2003, se calculó el dióxido de carbono capturado por el incremento de la biomasa aérea de árboles frutales, viñas y parronales. Para esta estimación, se usó una tasa de expansión producto de juicio de expertos, sin ninguna base objetiva. En esta oportunidad, y dado que existe un estudio en desarrollo por la Universidad Santo Tomás, se estimó pertinente esperar los resultados del estudio para recalcular y reintegrar este ítem al inventario.

Para los suelos agrícolas que permanecen como suelos agrícolas, los datos estadísticos, separados por ítem, fueron los siguientes:

- **Encalado de suelos agrícolas:**

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono, fue necesaria la información relacionada con el uso de cal -para fines de corrección del pH de los suelos al sur del país-. A falta de información estadística, el uso de cal agrícola (que incluye también el uso en plantaciones forestales) fue estimado con información proveniente de experto¹⁸ de SOPROCAL. Se asume que el uso de cal es igual a la producción. El Cuadro 5.126 muestra la estimación de la producción de cal a nivel nacional, y el Cuadro 5.127 muestra la estimación llevada a un plano regional.

¹⁸ Rosas, Alfonso, de SOPROCAL. Experto en producción y uso de cal agrícola

Cuadro 5.126. Estimación de la producción de cal (toneladas), total país

Años	Producción de cal (ton)
2003	176.500
2004	202.500
2005	213.630
2006	224.760
2007	235.890
2008	247.020

Cuadro 5.127. Estimación de la producción de cal (toneladas) a nivel regional

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
VIII	44.125	50.625	53.408	56.190	58.973
IX	44.125	50.625	53.408	56.190	58.973
XIV	64.855	74.408	78.498	82.588	86.677
X	23.396	26.842	28.317	29.793	31.268
Total	176.500	202.500	213.630	224.760	235.890

Para los suelos en otros usos que pasan a suelos agrícolas, los datos estadísticos, separados por ítem, fueron los siguientes:

- **Habilitación:**

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono, gases no dióxido de carbono y capturas de dióxido de carbono, provenientes de bosque nativo que pasan a suelos agrícolas, fue necesaria la información relacionada con el cambio de uso de suelo. El Cuadro 5.128 muestra la superficie habilitada anualmente.

Cuadro 5.128. Habilitación: suelos de bosque nativo (ha) que pasan a suelos agrícolas, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	79	79	79	79	79
XIII	31	31	31	31	31
VI	31	31	31	31	31
VIII	62	62	62	62	62
IX	60	60	60	60	60
XIV	41	41	41	41	41
X	2	2	2	2	2
XII	0	0	0	0	0
Total	306	306	306	306	306

- **Desplantación:**

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono, gases no dióxido de carbono y capturas de dióxido de carbono, provenientes de plantaciones forestales que pasan a suelos agrícolas, fue

necesaria la información relacionada con el cambio de uso de suelo. El Cuadro 5.129 muestra la superficie desplantada anualmente.

Cuadro 5.129. Desplantación: suelos de plantaciones forestales (ha) que pasan a suelos agrícolas, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	27	27	27	27	27
XIII	11	11	11	11	11
VI	22	22	22	22	22
VIII	391	391	391	391	391
IX	235	235	235	235	235
XIV	7	7	7	7	7
X	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
Total	693	693	693	693	693

- **Rehabilitación:**

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono, y gases no dióxido de carbono, y capturas de dióxido de carbono, provenientes desde praderas y matorrales, suelos urbanos, suelos de humedales y suelos desnudos que pasan a suelos agrícolas, fue necesaria la información relacionada con el cambio de uso de suelo. Los cuadros 5.130, 5.131, 5.132 y 5.133 muestran la superficie rehabilitada anualmente.

Cuadro 5.130. Rehabilitación: praderas y matorrales (ha) que pasan a suelos agrícolas, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	1.374	1.374	1.374	1.374	1.374
XIII	1.650	1.650	1.650	1.650	1.650
VI	1.377	1.377	1.377	1.377	1.377
VIII	1.277	1.277	1.277	1.277	1.277
IX	82	82	82	82	82
XIV	68	68	68	68	68
X	8	8	8	8	8
XII	0	0	0	0	0
Total	5.835	5.835	5.835	5.835	5.835

Cuadro 5.131. Rehabilitación: suelos urbanos (ha) que pasan a suelos agrícolas, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	2	2	2	2	2
XIII	2	2	2	2	2
VI	4	4	4	4	4
VIII	0	0	0	0	0
IX	0	0	0	0	0

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
XIV	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
Total	8	8	8	8	8

Cuadro 5.132. Rehabilitación: humedales (ha) que pasan a suelos agrícolas, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	4	4	4	4	4
XIII	23	23	23	23	23
VI	8	8	8	8	8
VIII	0	0	0	0	0
IX	26	26	26	26	26
XIV	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
Total	61	61	61	61	61

Cuadro 5.133. Rehabilitación: suelos desnudos (ha) que pasan a suelos agrícolas, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	9	9	9	9	9
XIII	81	81	81	81	81
VI	38	38	38	38	38
VIII	5	5	5	5	5
IX	2	2	2	2	2
XIV	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
Total	134	134	134	134	134

B.3.4. Suelos urbanos

Los suelos urbanos que permanecen como suelos urbanos no fueron incluidos por falta de información.

Para los suelos en otros usos que pasan a suelos urbanos, los datos estadísticos son:

- **Avance urbano:**

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono, gases no dióxido de carbono y capturas de dióxido de carbono, provenientes de suelos en otros usos que pasan a suelos urbanos, fue necesaria la información relacionada con el cambio de uso de suelo. Los cuadros 5.134 hasta 5.139 muestran la superficie de avance urbano anualmente.

Cuadro 5.134. Avance urbano: suelos de bosque nativo (ha) que pasan a suelos urbanos, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	3	3	3	3	3
XIII	20	20	20	20	20
VI	3	3	3	3	3
VIII	5	5	5	5	5
IX	3	3	3	3	3
XIV	1	1	1	1	1
X	0	0	0	0	0
XII	26	26	26	26	26
Total	60	60	60	60	60

Cuadro 5.135. Avance urbano: suelos de plantaciones forestales (ha) que pasan a suelos urbanos, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	118	118	118	118	118
XIII	14	14	14	14	14
VI	2	2	2	2	2
VIII	236	236	236	236	236
IX	5	5	5	5	5
XIV	9	9	9	9	9
X	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
Total	384	384	384	384	384

Cuadro 5.136. Avance urbano: praderas y matorrales (ha) que pasan a suelos urbanos, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	394	394	394	394	394
XIII	633	633	633	633	633
VI	47	47	47	47	47
VIII	161	161	161	161	161
IX	42	42	42	42	42
XIV	102	102	102	102	102
X	41	41	41	41	41
XII	156	156	156	156	156
Total	1.575	1.575	1.575	1.575	1.575

Cuadro 5.137. Avance urbano: suelos agrícolas (ha) que pasan a suelos urbanos, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	271	271	271	271	271
XIII	2.968	2.968	2.968	2.968	2.968
VI	384	384	384	384	384
VIII	565	565	565	565	565
IX	116	116	116	116	116
XIV	6	6	6	6	6
X	0	0	0	0	0

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
XII	0	0	0	0	0
Total	4.309	4.309	4.309	4.309	4.309

Cuadro 5.138. Avance urbano: humedales (ha) que pasan a suelos urbanos, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	0	0	0	0	0
XIII	9	9	9	9	9
VI	0	0	0	0	0
VIII	27	27	27	27	27
IX	0	0	0	0	0
XIV	3	3	3	3	3
X	0	0	0	0	0
XII	1	1	1	1	1
Total	41	41	41	41	41

Cuadro 5.139. Avance urbano: suelos desnudos (ha) que pasan a suelos urbanos, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	6	6	6	6	6
XIII	8	8	8	8	8
VI	5	5	5	5	5
VIII	10	10	10	10	10
IX	0	0	0	0	0
XIV	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0
XII	1	1	1	1	1
Total	29	29	29	29	29

B.3.5. Suelos de humedales

No incluidos por falta de información.

B.3.6. Suelos desnudos

Los suelos desnudos que permanecen como suelos desnudos no fueron incluidos por falta de información

Para los suelos en otros usos que pasan a suelos desnudos, los datos estadísticos son:

- **Devegetación:**

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono y gases no dióxido de carbono, provenientes de suelos en otros usos que pasan a suelos desnudos, fue necesaria la información relacionada con el cambio de uso de suelo. Los cuadros 5.140 hasta 5.145 muestran la superficie devegetada anualmente.

Cuadro 5.140. Devegetación: suelos de bosque nativo (ha) que pasan a suelos desnudos, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	0	0	0	0	0
XIII	12	12	12	12	12
VI	0	0	0	0	0
VIII	152	152	152	152	152
IX	39	39	39	39	39
XIV	1	1	1	1	1
X	20	20	20	20	20
XII	69	69	69	69	69
Total	293	293	293	293	293

Cuadro 5.141. Devegetación: suelos de plantaciones forestales (ha) que pasan a suelos desnudos, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	0	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0
VI	9	9	9	9	9
VIII	6	6	6	6	6
IX	1	1	1	1	1
XIV	17	17	17	17	17
X	52	52	52	52	52
XII	0	0	0	0	0
Total	85	85	85	85	85

Cuadro 5.142. Devegetación: praderas y matorrales (ha) que pasan a suelos desnudos, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	56	56	56	56	56
XIII	77	77	77	77	77
VI	47	47	47	47	47
VIII	100	100	100	100	100
IX	27	27	27	27	27
XIV	2	2	2	2	2
X	7	7	7	7	7
XII	471	471	471	471	471
Total	786	786	786	786	786

Cuadro 5.143. Devegetación: suelos agrícolas (ha) que pasan a suelos desnudos, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	2	2	2	2	2
XIII	0	0	0	0	0
VI	98	98	98	98	98
VIII	5	5	5	5	5
IX	8	8	8	8	8
XIV	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
Total	112	112	112	112	112

Cuadro 5.144. Devegetación: suelos urbanos (ha) que pasan a suelos desnudos, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
XIII	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
VI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VIII	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
IX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
XIV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
X	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
XII	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Cuadro 5.145. Devegetación; suelos de humedales (ha) que pasan a suelos desnudos, por región administrativa

Región/año	2003	2004	2005	2006	2007
V	0	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0
IX	1	1	1	1	1
XIV	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0
Total	1	1	1	1	1

B.4. Factores de emisión y otros datos de actividad paramétricos

Los factores de emisión y los otros datos paramétricos (como tasas de crecimiento anual de biomasa comercial, factores de expansión de la biomasa comercial y biomasa total acumulada) fueron revisados y ajustados por el consultor externo¹⁹.

¹⁹ Aquiles Neuenschwander A., Ingeniero Forestal.

Los algoritmos de destino de la biomasa forestal, presentando en el Capítulo 5.2, son también parte integrante de esta sección. Los siguientes cuadros presentan las principales constantes empleadas para elaborar los inventarios del sector “LULUCF”.

Cuadro 5.146. Densidad de madera (ton ms/ m3) y duración de la rotación forestal

Especie	Densidad	Rotación ¹
	ton/m ³	Años
Pino insigne	0,45	20
Eucalipto	0,62	11
Atriplex	0,40	15
Algarrobo + Tamarugo	0,80	60
Pino oregón	0,50	35
Álamo	0,32	15
Otras especies exóticas	0,55	35
Nativas	0,50	60
Leña	0,52	

¹ Fuente: A. Neuenschwander

Cuadro 5.147. Factor de expansión de biomasa comercial, para árboles forestales

Especie	Factor de expansión (FE) ¹
Pino insigne	1,56
Eucalipto	1,75
Pino oregón	1,55
Otras especies*	1,62*
Bosque nativo	1,75
Leña**	1,24**
PROMEDIO PF	1,62

¹ Elaboración a partir de: INFOR-UACH-FONDEF. 2002. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono.

* El valor de "otras especies", corresponde al promedio de pino insigne, eucalipto y pino oregón.

**El valor de "leña", corresponde el promedio ponderado entre: pino insigne=1; eucalipto=1; Bosque nativo=1,38 y la participación de pino insigne=15%; eucalipto=22%; Bosque nativo=63% (INFOR, 2008)

Las tasas de crecimiento anual de la biomasa comercial de pino insigne y eucalipto, utilizadas en el presente estudio (Cuadro 5.148), derivan de los valores IMA elaborados por el Ingeniero Forestal, Ph.D. Gonzalo Paredes (Universidad Austral de Chile), sobre la base de documentos publicados recientemente por INFOR²⁰ y las tablas de rendimiento por tipo de producto aportadas por empresas privadas, CONAF e INFOR.

²⁰ “Disponibilidad de Madera de Plantaciones Forestales de Pino Radiata en Chile” y “Disponibilidad de Madera de Eucalyptus en Chile”

Cuadro 5.148. Tasa de crecimiento anual de la biomasa comercial de pino insigne y eucalipto

Región	Pino insigne			Eucalipto spp.		
	IMA	Densidad	ITA	IMA	Densidad	ITA
	m ³ /ha/año	ton/m ³	ton/ha/año	m ³ /ha/año	ton/m ³	ton/ha/año
V	15,5	0,45	6,975	12,9	0,62	7,998
RM	15,5	0,45	6,975	12,9	0,62	7,998
VI	15,4	0,45	6,930	12,9	0,62	7,998
VII	19,6	0,45	8,820	16,7	0,62	10,354
VIII	20,9	0,45	9,405	23,6	0,62	14,632
IX	20,3	0,45	9,135	24,9	0,62	15,438
XIV	21	0,45	9,450	29,4	0,62	18,228
XIV	21	0,45	9,450	29,4	0,62	18,228

Para el cálculo del crecimiento anual de la biomasa de bosque nativo, es necesaria la información estadística de volumen y superficie. Para el actual inventario se usaron los datos usados en el anterior inventario, debido a que no existe información actualizada. Cuadro 5.149.

Cuadro 5.149. Volumen (m³) y superficie (ha) de bosque nativo, por región administrativa

Región	Volumen total	Superficie por categoría (ha)		Total superficie
	(m ³)	Comercial	Potencial	(ha)
V	1.220.767	2.676	68.253	70.929
XIII	1.533.862	2.162	84.699	86.861
VI	2.962.300	19.835	76.201	96.036
VII	20.469.968	160.204	144.323	304.527
VIII	86.792.927	361.968	136.412	498.380
IX	117.117.231	365.685	123.301	488.986
XIV	238.216.883	771.581	206.029	977.609
X	238.216.883	771.581	206.029	977.609
XI	252.555.565	956.643	261.090	1.217.733
XII	91.127.030	467.904	28.776	496.680
Total país	1.050.213.415	3.880.238	1.335.112	5.215.350

Elaboración a partir de: FIA. 2001, Bosque nativo en Chile: Situación actual y perspectivas

El Cuadro 5.150 muestra la tasa de crecimiento de biomasa aérea para bosque nativo, plantaciones comerciales, praderas y matorrales, suelos agrícolas, suelos urbanos, humedales y suelos desnudos, usadas en la elaboración de los INGEI y el Cuadro 5.151 la biomasa acumulada.

Cuadro 5.150. Tasa de incremento anual de la biomasa aérea comercial (ton ms/ha/año)

Ítem	Regiones														
	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
BOSQUE NATIVO	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,7	1,7	2,4	2,4	2,1	2,1	1,8
PLANTACIONES:															
Pino insigne						7,0	7,0	6,9	8,8	9,4	9,1	9,5	9,5		
Eucalipto	5,0	5,0		5,0	7,0	8,0	8,0	8,0	10,4	14,6	15,4	18,2	18,2		
Atriplex	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	3,0									
Algarrobo + Tamarugo	1,8	1,8	1,8	1,8	3,0	3,0	3,0								
Pino oregón									7,0	7,0	8,0	8,0	8,0	7,0	
Álamo					10,0		10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	
Otras especies	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	4,0	4,0	5,0	6,0	7,0	7,0	8,0	8,0	10,0	5,0
PROMEDIO OTRAS ESPECIES	1,6	1,6	1,6	1,6	4,5	3,3	5,7	7,5	7,7	8,0	8,3	8,7	8,7	9,0	5,0
PROMEDIO PF	2,4	2,4	1,6	2,4	5,0	5,6	7,2	8,3	8,3	8,5	8,6	8,7	8,7	9,0	5,0
Praderas y matorrales*	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Suelos agrícolas*	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Suelos urbanos*	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Humedales*	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Suelos desnudos*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Juicio de expertos (A. Neuenschwander y G. Paredes)

* PICC. GPG 2003

Cuadro 5.151. Biomasa aérea comercial, acumulada a la cosecha (ton ms/ha)

Ítem	Regiones														
	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
Bosque nativo	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	20,7	21,2	37,0	40,3	104,5	143,7	146,2	124,4	124,4	110,1
PLANTACIONES															
Pino insigne						139,5	139,5	138,6	176,4	188,1	182,7	189,0	189,0		
Eucalipto	55,0	55,0		55,0	77,0	88,0	88,0	88,0	113,9	161,0	169,8	200,5	200,5		
Atriplex	15,0	15,0	15,0	15,0	30,0	45,0									
Algarrobo + Tamarugo	105,0	105,0	105,0	105,0	180,0	180,0	180,0								
Pino oregón									245,0	245,0	280,0	280,0	280,0	245,0	
Álamo					150,0		150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	
Otras especies	70,0	70,0	70,0	70,0	105,0	140,0	140,0	175,0	210,0	245,0	245,0	280,0	280,0	350,0	175,0
PROMEDIO OTRAS ESPECIES	40,0	40,0	40,0	40,0	86,3	81,7	116,7	162,5	201,7	213,3	225,0	236,7	236,7	248,3	175,0
PROMEDIO PF	47,5	47,5	30,0	47,5	88,6	107,5	130,6	153,2	180,1	187,1	192,1	197,5	197,5	248,3	175,0

Fuente: Juicio de expertos (A. Neuenschwander y G. Paredes)

El Cuadro 5.152 muestra la relación carbono/nitrógeno usada en esta serie temporal y el Cuadro 5.153 muestra los FFEE por defecto para “LULUCF”.

Cuadro 5.152. Fracción de carbono y relación C/N de la biomasa, factores de residuos de plantaciones forestales y bosque nativo manejado, y factor de oxidación por combustión de la biomasa

Factores:	
C en ms PICC, 1996	0,500
Relación N/C PICC, 1996	0,010
Factor de residuos plantación forestal, generación propia	0,667
Factor de residuos bosque nativo, generación propia	0,438
Factor de oxidación PICC, 1996	0,900

Fuente: Serie temporal de inventarios GEI 1984/2003 y valores por defecto

Cuadro 5.153. Factores de emisión de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, por combustión de biomasa

Factor de emisión: unidad g C-CO ₂ /g C oxidado	
C emitido como CO ₂	0,928
C emitido como CH ₄	0,012
C emitido como CO	0,060
N emitido como N ₂ O	0,007
N emitido como NO _x	0,121

Fuente: PICC, 1996, 2000, 2003

C. Sector 6: Residuos antrópicos

El Cuadro 5.154, muestra un resumen de las categorías involucradas del sector “Residuos antrópicos”, nivel de trabajo y gases emitidos.

Cuadro 5.154. Tabla resumen de nivel de trabajo (nivel 1 ó 2)

Sector Residuos antrópicos	Nivel	Gas emitido
Residuos sólidos urbanos	1	CH ₄
Residuos líquidos	1	CH ₄
Incineración de residuos hospitalarios	1	N ₂ O, CO, NO _x , COVNM
Otros: emisión de óxido nitroso por excretas humanas	1	N ₂ O

C.1. Fuentes de información de datos de actividad estadísticos

C.1.1. Residuos sólidos urbanos

- CONAMA 2005. Catastro nacional de rellenos sanitarios año 2005,
- CONAMA. 200. Catastro nacional de rellenos sanitarios,
- CONAMA. 2007 (en desarrollo). Informe anual del medio ambiente. Departamento Control de la contaminación. Área de residuos sólidos. Información en corrección final,
- INE. Años 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005. Informe anual del medio ambiente, y
- MINSAL, 2001. Metodología de proyectos para residuos sólidos urbanos y asimilables.

C.1.2. Residuos líquidos

Esta categoría se subdivide en tres subcategorías, las cuales son “Tratamientos de aguas servidas y lodos domésticos”, “Tratamientos de aguas residuales industriales y lodos industriales” y “Emisiones de óxido nitroso por excretas humanas”

1. Tratamientos de aguas servidas y lodos domésticos y emisión de óxido nitroso por excretas humanas:

- INE. 1982, 1992 y 2002. Censo Poblacional. Población total Nacional,
- INIA. 2005. Inventario gases efecto invernadero, serie temporal 84/03, y
- SISS. 1995-2007. Informes de gestión del sector sanitario.

2. Tratamientos aguas residuales industriales y lodos industriales:

- INIA. 2005. Inventario de GEI, serie temporal 1984/2003,
- SISS. 1992. Catastro Nacional de RILes,
- SISS. 1998. Actualización catastro Nacional de RILes, y
- SISS. 2004. Informe de RILes para la XIII Región.

Nota: desde el año 1998 no existe información actualizada de caudal de RILes, DBO y DQO por región o nivel país, exceptuando la XIII Región, para la cual existe una actualización del año 2004. Esto implica una información deficiente para la elaboración del inventario GEI, Sector Residuos Líquidos.

C.1.3. Incineración de residuos hospitalarios

Las fuentes de información de residuos hospitalarios incluyen fuentes públicas y privadas, debido al tipo de tratamiento (incineración) aplicado a estos residuos

- Cementerio Parque del Recuerdo, 1997-2007,
- ECOWORLD Ltda. Información período 2002-2004 XIII Región,
- CONAMA. 1998. Producción de los residuos sólidos no domiciliarios, según región, y
- PROCESAN Ltda. Información período 2005-2007.

C.2. Fuentes de información de datos de actividad paramétricos

- BID / MIDEPLAN, 1995. Estudio y Plan de Manejo de Residuos Sólidos en la Ciudad de Antofagasta,
- BID / MIDEPLAN, 1995. Estudio y Plan de Manejo de Residuos Sólidos en las Ciudades de Valparaíso y Viña del Mar,
- BID / MIDEPLAN, 1995. Estudio y Plan de Manejo de Residuos Sólidos en la Ciudad de Puerto Montt,
- BID /MIDEPLAN, 1994. Estudio y Plan de Manejo de Residuos Sólidos en las Ciudades de Concepción, Penco y Talcahuano,
- CONAMA. Departamento Control de la contaminación. Área de residuos sólidos. 2009. Recopilación información de composición de RSU, Chile,
- CONAMA. Femenias et al. 1998,
- CONAMA/PUB. 2009. Estudio caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la región Metropolitana,
- INE. 2008. Compendio estadístico. Tasa de crecimiento intercensal anual de la población según regiones, períodos 1970-1982, 1982-1992 y 1992-2002,
- INE. 2008. Estimación de % de urbanidad, Compendio estadístico,
- Metcalf. 1996. Tratamiento de aguas domésticas y residuales, y
- Universidad de Chile / EMERES (1995). Estudio de composición de basura Chile.

C.3. Obtención de series temporales de datos de actividad

C.3.1. Residuos sólidos urbanos (RSU) con disposición final en Chile

Para la extensión de la serie temporal 1984/2007, se realizó utilizando una tasa de crecimiento anual de generación de RSU con disposición final igual a 3,5%²¹, este porcentaje se aplica para determinar la serie temporal 1984/2007, utilizando como base, información generada por CONAMA presentada en el informe anual del medio ambiente 2007.

El Cuadro 5.155 muestra, a modo de ejemplo, la serie temporal 2001/2007 obtenida en Gg/año de RSU 2007.

Cuadro 5.155 Datos de actividad de RSU (Gg/año), serie temporal 2001/2007

Región	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
XV	61	64	66	68	71	73	76
I	61	63	66	68	71	73	76
II	152	158	163	169	176	182	188
III	71	74	76	79	82	85	88
IV	152	200	209	217	225	233	241
V	420	515	524	543	563	583	603
XIII	2.331	2.274	2.336	2.373	2.450	2.561	2.565
VI	202	208	219	227	235	243	252

²¹ La tasa de crecimiento anual de RSU fue obtenido del estudio "Metodología de proyectos para residuos sólidos urbanos y asimilables", elaborado por MINSAL, 2001

Región	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
VII	170	176	182	189	196	203	210
VIII	324	402	416	431	447	463	590
IX	153	158	164	170	176	186	189
XIV	88	91	95	98	102	105	109
X	163	169	175	181	188	195	201
XI	26	26	27	28	29	31	32
XII	47	48	50	52	54	55	57
Total país	4.422	4.626	4.769	4.894	5.062	5.271	5.477

Se deja establecido que los datos de actividad de residuos sólidos no consideran caracterización de los RISes, por no contar con información país de estos residuos.

C.3.2. Datos de actividad categoría: Residuos líquidos

1. Tratamientos de aguas servidas y lodos domésticos, y emisiones de óxido nitroso por excretas humanas

- **Población urbana**

La estimación de población urbana difiere de la serie temporal anterior, debido a cambios de tasas de crecimiento poblacional y % de urbanización, mostrados en el punto 5.4.3, B.4, cuadros 5.180 y 5.181 y 5.182.

El Cuadro 5.156 muestra la población urbana estimada entre los 2000/2007 y la serie temporal completa se encuentra en archivo digital DdA: Tratamiento de aguas servidas para población urbana, información utilizada en tratamientos de aguas servidas y emisiones de óxido nitroso por excreta humanas.

Cuadro 5.156. Población urbana por región, país y año (miles de personas)

Región	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
XV	175	177	169	180	180	179	179	178
I	217	225	234	232	243	254	266	278
II	465	473	483	482	494	507	520	534
III	228	230	233	231	235	239	243	247
IV	454	463	471	483	497	512	527	543
V	1.380	1.394	1.410	1.410	1.441	1.474	1.507	1.540
XIII	5.710	5.791	5.875	5.864	5.990	6.120	6.252	6.388
VI	536	542	549	553	564	576	588	601
VII	593	598	603	608	619	630	641	653
VIII	1.507	1.518	1.528	1.549	1.573	1.597	1.622	1.647
IX	576	582	588	590	602	613	624	636
XIV	213	216	206	246	249	252	254	257
X	514	521	529	500	513	527	541	555
XI	72	73	74	77	78	80	82	84
XII	138	139	140	140	141	143	144	145
País	12.778	12.943	13.090	13.145	13.421	13.703	13.991	14.286

- **DBO₅ para la población urbana**

La obtención de la DBO₅ de la población urbana, se utilizaron los supuestos del Cuadro 5.182 y la ecuación del Cuadro 5.183. Con esta ecuación se obtuvo que la DBO₅ para toda la serie temporal (Cuadro 5.157):

Cuadro 5.157. DBO₅ población urbana (kg/pers/día)

Región	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
1984/2007	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	21,9	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8

- **Caudal de aguas servidas en alcantarillados**

La información de personas saneadas con servicio de alcantarillado fue extraídos de los informes anuales del sector sanitario, de la Superintendencia del Servicio Sanitario (SISS). Para la estimación de caudal se utilizaron los supuestos y ecuación de los cuadros 5.185 y 5.186.

El Cuadro 5.158 muestra un resumen de esta información, para los años 2003/2007, la serie temporal completa se encuentran en archivos digitales de DdA RILes.

Cuadro 5.158. Caudal en alcantarillado de aguas servidas (m³/año)

Región	2003	2004	2005	2006	2007
XV	12.565.090	12.556.761	13.057.884	13.511.137	13.849.049
I	17.057.945	17.046.637	17.726.946	18.342.267	18.801.004
II	33.595.403	33.402.318	34.434.830	34.947.655	36.185.589
III	16.845.042	15.956.559	16.231.623	16.267.758	16.626.918
IV	36.149.308	33.900.762	36.926.612	35.680.794	36.635.488
V	94.648.880	90.733.087	91.364.172	93.323.492	95.564.665
XIII	481.114.749	427.588.448	437.343.438	444.469.990	459.888.831
VI	35.752.348	34.869.137	34.447.140	35.270.388	36.689.800
VII	43.470.478	39.492.708	44.718.997	41.969.233	44.473.133
VIII	101.875.647	99.358.956	98.156.484	100.502.312	103.793.152
IX	40.081.818	36.191.283	35.926.658	38.068.843	39.262.174
XIV	12.356.788	11.695.622	13.438.525	13.186.508	13.697.428
X	31.393.061	29.713.336	34.141.269	33.501.007	34.799.027
XI	4.679.227	4.723.027	5.028.897	5.107.956	5.226.946
XII	10.769.617	9.235.230	9.864.052	9.956.251	10.021.002
País	972.355.401	896.463.871	922.807.527	934.105.591	965.514.206

- **Coberturas de población urbana saneada con PTAS**

El Cuadro 5.159 muestra la población urbana saneada por tratamientos de aguas servidas en Chile, desde el año 2003 hasta el año 2007 (aunque el tratamiento es del año 1991 hasta el 2007). El balance de masa que representa el mejoramiento de la cobertura de aguas servidas tratadas fue mostrado en Figura 5.14.

Cuadro 5.159. Cobertura de tratamiento de aguas servidas (nº de personas)

Región	2003	2004	2005	2006	2007
XV	161.663	160.871	166.765	172.556	169.026
I	244.033	242.838	251.734	260.476	255.148
II	465.104	457.566	471.710	478.735	495.693
III	190.028	206.357	210.873	222.792	227.766
IV	496.711	463.813	505.459	475.364	487.420
V	1.304.726	1.166.297	1.176.418	1.277.998	1.308.662
XIII	2.002.667	4.016.951	4.228.588	4.494.141	4.651.897
VI	418.050	402.195	422.133	481.647	501.031
VII	530.498	198.468	225.668	542.650	579.344
VIII	1.191.226	1.146.046	1.202.862	1.358.010	1.420.898
IX	80.260	61.445	59.437	437.140	458.688
XIV	168.451	158.672	182.444	179.382	186.658
X	427.546	402.725	463.061	455.290	473.756
XI	48.887	61.037	68.895	69.972	71.802
XII	15.793	116.864	123.013	133.146	137.274
Total país	7.745.643	9.262.145	9.759.060	11.039.299	11.425.063

- **Caudal de aguas servidas tratados en PTAS**

Con la información de cobertura, más los supuestos del Cuadro 5.187 y utilizando la ecuación del Cuadro 5.188 se obtuvo el caudal tratado desde el año 1997 hasta el año 2007 por región y tipo de tratamiento, como se muestra en el Cuadro 5.160.

Cuadro 5.160. Caudal tratado en PTAS m³/año, total país

Tratamiento	2003	2004	2005	2006	2007
Emisario submarino	164.984.107	135.547.688	140.795.795	150.857.671	155.116.698
Lagunas aireadas	51.174.576	64.097.419	67.222.182	86.030.656	89.213.280
Lodos activados	253.164.175	380.009.265	400.769.160	439.070.868	455.238.013
Laguna de estabilización	30.296.315	27.903.322	31.581.402	48.017.178	50.135.770
Biofiltro	9.986.481	9.986.481	9.986.481	9.986.481	9.986.481
Zanjas de oxidación	4.139.477	11.385.664	12.282.112	12.999.552	13.380.864
Total país	513.745.131	628.929.839	662.637.132	746.962.405	773.071.105

2. Tratamientos aguas residuales industriales y lodos industriales

- **Caudal de RILes tratados**

Para la construcción de la serie temporal 1984/2007 se consideró la única información disponible de RILes tratados, que corresponde al Catastro de RILes 1998, SISS. Los datos de actividad extraídos de este catastro se replicaron para toda la serie temporal a contar de 1998 hasta 2007.

El Cuadro 5.161 muestra los valores de caudal tratado por tipo de tratamiento en m³/año para las regiones que existe con información. Para las regiones XV, I, III, XIV y XI no hay información disponible para RILes.

Cuadro 5.161. Caudal tratado 1998 m³/año

Tratamientos	II	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	X	XII
DIGAER				135.780		219.000	10.585			
FQF			288.168	8.681.740	147.825	620.500	9.773.094		416.224	
FQS			146.558	13.514.418	270.830	381.060	40.187.595		336.530	
FS				22.896		1.051.200	58.400			
II				4.672						
LA	277.400		8.030	1.706.287	81.760				105.120	
LA-AE				734.745						
LAGAIR/SED				340.509	22.083	369.015	27.375			
LALF				1.469.125	16.060					
LEA				1.169.460						
N		19.710	87.600	1.232.985			31.025		1.314	
PP		48.545		620.033		788.400		42.924		
SS			109.500	153.300					279.225	
CS				599						2.310
FG				7.994						
H				627.216						
Total/región	277.400	68.255	639.856	30.421.757	538.558	3.429.175	50.088.074	42.924	1.138.413	2.310

- **DQO de lodos industriales**

La DQO de lodos industriales se obtiene después de aplicar los factores de reducción de DQO según tipo de tratamiento de RILes, especificados en el Cuadro 5.199. Además, existe una actualización de la información de DQO de RILes en el año 2004 en la XIII.

El Cuadro 5.162 muestra los valores de DQO de lodos tratados en PTRILes

Cuadro 5.162. DQO (Gg/año) de lodos industriales tratados

Tipo de tratamiento	1998	2004
Digestión Aeróbica (DIGAER)	105	97
Físico-químico con flotación (FQF)	12.312	11.560
Físico-químico con sedimentación (FQS)	37.682	36.561
Lodos activados (LA)	498	425
Laguna de aireación (LAI)	454	387
Laguna de estabilización anaeróbica (LAEn)	400	340
Laguna aireada/sedimentación (LAG AIR/SED)	227	207
Total país	51.678	49.579

El Cuadro 5.162 muestra los resultados de DQO en aquellas regiones donde el sistema de tratamientos de RILes si generó lodos, en el resto de las regiones se consideró como cero.

C.3.3. Incineración de residuos hospitalarios

Esta categoría considera masa incinerada en cementerio (cadáveres y restos humanos) y residuos hospitalarios incinerados en hospitales y empresas privadas.

- **Masa de residuos hospitalarios incinerados en el sector privado y hospitales**

Se consideró como total de residuos hospitalarios (Cuadro 5.163), a los presentado en el Catastro "Producción de los Residuos Sólidos no Domiciliarios", 1998, CONAMA. Los datos de actividad se consideraron iguales a partir del año 1998 hasta el 2007. Antes del año 1998 se consideró como cero, por falta de información estadística.

Cuadro 5.163. Residuos hospitalarios incinerados en el sector privado y hospitales (ton/año)

Región	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total país
1998	0	98	55	36	40	1.950	23.600	136	1.165	1.255	771	89	89	22	24	29.330

- **Masa de cadáveres y restos humanos incinerados en cementerios**

La información para la estimación de masa incinerada, se obtuvo de cementerios que se encuentran en la XIII Región, por lo que el Cuadro 5.164 sólo muestra datos de actividad de esta región.

Cuadro 5.164. Actualización de masa de cadáveres y restos humanos incinerados en cementerios (ton/año) años 2003/2007

Región	2003	2004	2005	2006	2007	2008
XIII	90	94	98	101	105	108

C.4. Factores de Emisión y datos de actividad paramétricos

C.4.1. Residuos sólidos urbanos

La metodología PICC, 1996, exige una serie de factores tanto de emisión, de corrección de metano por tipo de disposición final de los residuos sólidos, como también factores de degradación de materia orgánica.

- **Valores por defecto**

Los valores por defecto, utilizados en la elaboración de los inventarios, se muestran en el Cuadro 5.165:

Cuadro 5.165. Supuestos PICC, categoría RSU

	Valor por defecto
Fracción de COD que realmente se degrada	0,6
Fracción de carbono liberado como metano	0,5
Factor de corrección para la oxidación del metano	0
Factor de corrección para la oxidación del metano (1-X)	1

Fuentes: Directrices 1996 PICC para gases efecto invernadero y Buenas Prácticas 2000 PICC

- **Estimación de metano recuperado en los depósitos finales de RSU**

Los cuadros 5.166 y 5.167 muestran los supuestos y la ecuación utilizada para la determinación de metano recuperado por tipo de disposición final, valor que es requerido para la estimación de metano producidos por RSU.

Cuadro 5.166. Determinación de metano recuperado por tipo de VRS

$\text{CH}_4 \text{ recuperado} = \text{Gg/año de basura} \times \text{Biod. no homog. para la generación de biogás m}^3/\text{Gg} \times \text{Fracción de M.O} \times \text{Eficiencia de generación de biogás} \times \text{Densidad de biogás Gg/m}^3 \times \text{Fracción de metano en el biogás} \times \text{Fracción de metano quemado en antorcha}$

Aplicando la ecuación del Cuadro 5.166 y supuesto del Cuadro 5.167, se obtuvo los Gg/año de metano recuperado en la serie temporal 1984/2007, metano aplicado en la hoja de trabajo 6-1S1 de la categoría “residuos sólidos” del INGEI.

Cuadro 5.167. Supuestos para la determinación de metano recuperado

Recuperación de metano de VRS			
Fuente: EPA, 2001. Biodegradación no homogénea para la generación de biogás Nm ³ /Gg de basura depositada VRS			235000
Fuente: Paola Arata, Ing. Civil. U. de Chile. 50% de MO, presente en la basura			50%
Eficiencia en la producción de biogás:		Regiones	0.45
Fuente: Potencial de biogás. Identificación y clasificación de los distintos RM tipos de biomasa disponibles en Chile. CNE. 2007			0.80
Densidad del biogás. 1,16 Kg/m ³ Fuente: Fundación Chile, 2004.	Factor de Conversión	Gg/m ³	1,16x10 ⁻⁷
Composición del biogás. Fuente: Fundación Chile 2004.		CH ₄	65%
		CO ₂	35%
Potencialidad de captación:			
Fuente: Paola Arata, Ing. Civil. U. de Chile. Potencial captación de metano por antorcha		Relleno Sanitario	75%
Fuente: Potencial de biogás. Identificación y clasificación de los distintos tipos de biomasa disponibles en Chile. CNE. 2007		Vertedero controlado	50%
		Vertedero no controlado	10%

- **Componente orgánico degradable (COD)**

Para la determinación del porcentaje de COD (por peso), se utilizaron las Directrices PICC-Manual de Trabajo 1996, usando las fuentes de información que describen la composición de los RSU por región y macrorregión. Para esta incorporación se utilizó información de los años 1994, 1995, 1998, 2000-2005, y 2009. Para separar la composición de los RSU se consideró macrorregiones (norte (I-IV+XV), centro (V-VIII+XIII) y sur (IX-XII+XIV)).

El Cuadro 5.168, muestra la forma de cálculo para la determinación de COD degradable y posteriormente la fracción de COD que se utiliza para la determinación de metano en el sector la categoría “residuos sólidos”.

Cuadro 5.168. Porcentaje de COD degradable, PICC, 1996

$$\text{Porcentaje de COD (por peso)} = 0,40*(A)+0,17*(B)+0,15*(C)+0,30*(D)$$

donde:

A: porcentaje de los RSU que corresponde al papel y los textiles

B: porcentaje de los RSU que corresponde a los desechos de jardín y de los parques y a otros desechos orgánicos putrescibles

C: porcentaje de los RSU que corresponde a los restos de alimentos (como se desconoce el % de restos de alimentos de la composición de los RSU, toda materia orgánica se consideró como orgánicos putrescibles incluidos en el punto B de la ecuación)

D: porcentaje de los RSU que corresponde a madera y paja

La composición de cada macrorregión fue calculada considerando el promedio de las ciudades más importantes o más representativas de Chile, además, se separó la composición de los RSU en dos líneas temporales según fuentes de información, por ejemplo, estudios 1994/1998 creación serie temporal 984/1999 y estudios 2000/2009 de la composición de los RSU conformó la serie temporal 2000/2007, como se muestra en los cuadros 5.169 y 5.170.

Cuadro 5.169. Composición de RSU, serie temporal (1984/1999)

Parámetros	% en peso húmedo (1984/1999)		
	Norte	Centro	Sur
A	20,1	22,2	7,2
B	34,5	56,1	57,4
C	0,0	0,0	0,0
D	0,0	0,0	0,0

Nota: se tomo macrorregiones para la estimación de COD; XV-IV norte (Composición basura Antofagasta); V-VIII central (Composición basura XIII); IX-XII sur (Composición basura Puerto Montt)

Cuadro 5.170. Composición de RSU, serie temporal (1984/1999)

Parámetros	% en peso húmedo (2000/2007)		
	Norte	Centro	Sur
A	16,8	21,4	12,3
B	53,0	48,1	45,7
C	0,0	0,0	0,0
D	0,0	0,0	0,0

Nota: se tomo macrorregiones para la estimación de COD; XV-IV norte (Composición basura Coquimbo y la Serena); V-VIII central (Composición basura XIII); IX-XII sur (Composición basura Chiloé, Osorno y Valdivia)

Con esta información se obtuvo la fracción de COD, fracción que es utilizada en las metodologías PICC, para la estimación de metano. Cuadros 5.171 y 5.172.

Cuadro 5.171. Estimación de parámetros para determinar el COD por región, serie temporal 1984/1999

Región	Porcentaje COD (por peso) (promedio 1984/1999)	Fracción COD degradable	
XV	13,9	0,14	}
I	13,9	0,14	
II	13,9	0,14	
III	13,9	0,14	
IV	13,9	0,14	
V	18,4	0,18	}
XIII	18,4	0,18	
VI	18,4	0,18	
VII	18,4	0,18	
VIII	18,4	0,18	}
IX	12,6	0,13	
XIV	12,6	0,13	
X	12,6	0,13	
XI	12,6	0,13	
XII	12,6	0,13	
Total país	15,1	0,15	

Zonas norte

Zona centro

Zona sur

Cuadro 5.172. Estimación de parámetros para determinar el COD por región, serie temporal 1984/1999

Región	Porcentaje COD (por peso) (promedio 1984/1999)	Fracción COD degradable	
XV	13,9	0,14	}
I	13,9	0,14	
II	13,9	0,14	
III	13,9	0,14	
IV	13,9	0,14	

Zona norte

Región	Porcentaje COD (por peso) (promedio 1984/1999)	Fracción COD degradable
V	18,4	0,18
XIII	18,4	0,18
VI	18,4	0,18
VII	18,4	0,18
VIII	18,4	0,18
IX	12,6	0,13
XIV	12,6	0,13
X	12,6	0,13
XI	12,6	0,13
XII	12,6	0,13
Total país	15,1	0,15

Zona centro

Zona sur

Para mejorar la estimación de COD se deberá ampliar la información de la composición de los residuos sólidos urbanos, así como una estandarización de la metodología para estimar esta composición.

- **Factor de corrección para metano (FCrM)**

Para la determinación de los factores de corrección de metano, necesarios para la estimación de metano producto de la disposición final de RSU, se utilizó la metodología presentada en las Buenas Prácticas del PICC, 2000, el cual utiliza un factor de corrección para metano por tipo de disposición final (Cuadro 5.174), el FCrM se multiplica por la fracción de RSU por tipo de disposición final (Cuadro 5.175). Los valores de la serie temporal 1984/2003 difieren de esta serie temporal, debido a los cambios en porcentajes de fracción de residuos sólidos urbano por tipo de disposición final y masa de residuos sólidos como se explicó en el punto B.3.1.

La siguiente ecuación (Cuadro 5.173), muestra la forma de cálculo estipulada en las Directrices del PICC, 1996, para la determinación del factor de corrección de metano (FCrM) por región y por año de la serie temporal.

Cuadro 5.173. Ecuación cálculo FCrM por función estipulada en el PICC

Y=W*X	
Donde:	W = proporción de RSU por tipo de vertedero
	X = FCM estimación al valor nacional
	Y= Factor de corrección para metano (FCrM)

Cuadro 5.174. Factor de corrección para metano (FCrM) (X) por tipo de disposición final, PICC, 1996

FCM: valores por defecto (X)	Tipo de disposición final
1,00	Relleno sanitario
0,60	Vertedero controlado
0,40	Vertedero no controlado

Cuadro 5.175. Fracción de RSU por tipo de tratamiento

Región	% de distribución por disposición final 2000			% de distribución por disposición final 2005 /08		
	Vertedero no controlado	Vertedero controlado	Relleno Sanitario	Vertedero no controlado	Vertedero controlado	Relleno Sanitario
XV	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
I	0,00	1,00	0,00	0,01	0,00	0,99
II	0,82	0,07	0,11	0,72	0,00	0,28
III	0,49	0,44	0,07	0,49	0,44	0,07
IV	0,71	0,27	0,02	0,00	0,40	0,60
V	0,52	0,49	0,00	0,10	0,90	0,00
XIII	0,00	0,32	0,68	0,00	0,00	1,00
VI	0,03	0,73	0,23	0,03	0,73	0,23
VII	0,21	0,30	0,49	0,04	0,18	0,77
VIII	0,33	0,67	0,00	0,03	0,11	0,87
IX	0,19	0,30	0,50	0,02	0,89	0,09
XIV	0,73	0,22	0,05	0,86	0,14	0,00
X	0,85	0,16	0,00	0,59	0,41	0,00
XI	1,00	0,00	0,00	0,14	0,85	0,01
XII	0,05	0,95	0,00	0,05	0,95	0,00

Los factores de corrección para metano (FCrM) obtenidos para la serie temporal 1984/2007 se muestran en el Cuadro 5.176.

Cuadro 5.176. Estimación de factor de corrección para metano (FCrM) por región y tipo de disposición final

Región	Tipo de disposición final de RSU	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
XV	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
II	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
III	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07

Continuación Cuadro 5.176. Estimación de factor de corrección para metano (FCrM) por región y tipo de disposición final

Región	Tipo de disposición final de RSU	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
IV	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
V	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
XIII	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,19	0,19	0,19	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,68	0,68	0,68	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
VI	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23

Continuación Cuadro 5.176. Estimación de Factor de corrección para metano (FCrM) por región y tipo de disposición final

Región	Tipo de disposición final de RSU	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
VII	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
VIII	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
IX	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
XIV	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Continuación Cuadro 5.176. Estimación de factor de corrección para metano (FCrM) por región y tipo de disposición final

Región	Tipo de disposición final de RSU	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
X	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
XI	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
XII	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total país	Vertedero no controlado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	Vertedero controlado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,24	0,24	0,24	0,24	0,12	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
	Relleno sanitarios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,37	0,37	0,37	0,70	0,68	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66

C.4.2. Residuos líquidos

1. Tratamientos de aguas servidas y lodos domésticos

Para esta subcategoría, se utilizaron dos factores de emisión según escala temporal, debido a que desde el año 1984 hasta 1990 (Cuadro 5.177), no hay registros en Chile de utilización de sistemas de tratamientos de aguas servidas, para la elaboración de la serie temporal, se utilizaron valores por defecto que implica sólo tratamiento anaeróbico de las aguas servidas.

Desde el año 1991 hasta 2007 se utilizaron factores de emisión por defecto, para cada tipo de tratamiento de aguas, implementado en Chile (cuadros 5.178 y 5.179).

- **Valores por defecto 1984/1990, Cuadro 5.177.**

Cuadro 5.177. Supuestos PICC para tratamientos de aguas servidas 1984/1990

	Valor por defecto
Fracción de COD retirado como lodo	0,00
Fracción de A.S tratadas anaeróbicamente	0,02
FCM para tratamiento anaeróbico	0,40
Máxima capacidad de producción de CH ₄	0,60
Factor de emisión de metano	0,22
Fracción de lodos tratados por el sistema de tratamiento	0,00
Metano recuperado y/o quemado en antorcha	0,00

Fuente: Directrices PICC para gases efecto invernadero 1996

- **Valores por defecto 1991-2007, cuadros 5.178 y 5.179.**

Cuadro 5.178. Supuestos PICC para tratamientos de aguas servidas 1991/2007

	Valor por defecto
FCM para tratamiento anaeróbico	0,40
Máxima capacidad de producción de CH ₄	0,60
Factor de emisión de metano	0,22
Metano recuperado y/o quemado en antorcha	0,00

Fuente: Directrices PICC para gases efecto invernadero 1996

Cuadro 5.179. Supuestos PICC, factor de conversión de CH₄ por tipo de PTAS 1991/2007

Tratamiento	FCvM
Emisario submarino	0,1
Lagunas aireadas	0,3
Lodos activados	0,8
Biofiltros	0
Lagunas de estabilización	0,8
Zanjas de oxidación	0

Fuente: Directrices PICC para gases efecto invernadero 2006

- **Población urbana**

Para determinar la población urbana en la serie temporal 1984/2007, se determinó el crecimiento población para esta serie, y se completo por año y por región utilizando los datos del censo 1982, 1992 y 2002, tasa de crecimiento poblacional (Cuadro 5.180), y aplicando la ecuación del Cuadro 5.181, se obtuvo la población total para la serie temporal 1984/2007 (Cuadro 5.156).

Cuadro 5.180. Tasa de crecimiento poblacional regional

Región	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
tasa de crecimiento	1,4	3,0	1,8	2,3	1,8	1,4	2,0	1,7	1,3	1,3	1,1	0,7	1,3	1,9	0,8

Cuadro 5.181. Ecuación para la estimación de la población total

Estimación	$P_t = P_i e^{(rt)}$	donde P_t = población total estimada; P_i = población inicial; r = tasa de crecimiento anual; t intervalo de tiempo considerado
------------	----------------------	---

La estimación de la población urbana se realizó utilizando un porcentaje de urbanidad (Cuadro 5.182), obtenido del compendio estadístico INE, 2008, el cual generó la información de población urbana mostrada en el Cuadro 5.156 de la siguiente forma; (total de la población x % de urbanidad).

Cuadro 5.181 Porcentaje de población urbana, población nacional

Región	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	País
1982	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
1992	94%	94%	97%	91%	70%	90%	97%	64%	60%	77%	61%	61%	61%	72%	91%	83%
2002	94%	98%	98%	91%	78%	92%	97%	70%	66%	82%	68%	58%	74%	80%	93%	87%
2008	95%	97%	98%	91%	80%	92%	97%	71%	67%	83%	68%	69%	70%	84%	93%	87%

- **DBO₅ para población urbana**

La DBO₅ de la población urbana se estima utilizando la ecuación expresada en el Cuadro 5.184 y los supuestos del Cuadro 5.183.

Cuadro 5.183. Supuestos para estimación de DBO₅ de la población urbana

Supuestos	nº de días/año	365		
Fuente: Paola Arata, Ing. Civil Industrial, 2004	DBO ₅	0,035	kg/per/día	Regiones
	DBO ₅	0,06	kg/per/día	XIII Región

Cuadro 5.184. Estimación de DBO₅ urbana por región/año

$$\text{DBO}_5 \text{ población urbana} = [(\text{DBO}_5 \text{ regiones o región Metropolitana}) \times 365 \text{ días/año}]$$

El valor regional de DBO₅ difiere de la serie temporal anterior, debido a que usó el valor 0,035 kg/pers/día, en reemplazó del valor anterior de 0,040 kg/pers/día.

- **Caudal de aguas servidas en sistema de alcantarillados**

Para establecer el caudal de aguas servidas que ingresa en el alcantarillado, se utilizó la ecuación del Cuadro 5.185 y los supuestos del Cuadro 5.186, sumado a los informes de gestión sanitario publicados por la SISS, se obtuvo el caudal que ingresa a sistemas de alcantarillados mostrados en el Cuadro 5.158.

Cuadro 5.185. Ecuación caudal de aguas servidas en alcantarillados (miles m³/año)

$$(\text{miles de personas conectada a PTAS} \times \text{dotación de agua por descarga en alcantarillado})$$

Cuadro 5.186. Supuestos para determinación de caudal de aguas servidas en alcantarillado

Dotación de agua por descarga en alcantarillado	200	L/hab/día
	73	m ³ /1000 per/año

Fuente: Paola Arata Z. Ing. Civil Industrial, 2009

- **Caudal de aguas servidas tratadas en PTAS**

Los cuadros 5.187 y 5.188, muestran ecuación y supuestos que permitieron calcular el caudal de AS tratados en PTAS para los años 1991/2007 de la serie temporal. Los resultados de caudal tratado fueron mostrados en el Cuadro 5.160.

Cuadro 5.187. Ecuación de estimación de caudal de aguas servidas tratadas (m³/año)

$$\text{Caudal tratado (m}^3\text{/año)} = \text{Carga (DBO Kg/personas/año)} / \text{Concentración (Kg/m}^3\text{)}$$

Cuadro 5.188. Supuestos para ecuación de estimación de caudal tratado en PTAS

Parámetro	Regiones	XIII Región	Unidad
Concentración (Kg/m ³)	0,2	0,3	Kg/m ³
DBO	12,8	21,9	Kg/per/año

Fuente: Paola Arata Z. Ing. Civil Industrial, 2009

De esta forma, se obtuvo que el 80% de las aguas servidas generadas por la población urbana es tratada en PTAS en Chile (Figura 5.14).

- **Fracción de caudal tratado en PTAS**

En el INGEI, se expresan los resultados como fracción de aguas servidas tratadas por tipo de tratamiento por región, el Cuadro 5.189, muestra el formato país para estas fracciones.

La información de caudal tratado comienza desde el año 1991, año en que comenzaron a implementarse los tratamientos de aguas servidas (AS) en el país.

Cuadro 5.189. Fracción de caudal tratado en PTAS

Trat.	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Emis. Sub.	0,07	0,09	0,09	0,09	0,13	0,13	0,13	0,15	0,17	0,15	0,12	0,11	0,17	0,15	0,15	0,16	0,16
Lagunas aireadas	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,04	0,04	0,05	0,07	0,07	0,09	0,09
Lodos act.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,06	0,20	0,20	0,26	0,42	0,43	0,47	0,47
Laguna estab.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05
Biofiltro	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Zanjas de oxid.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Total País	0,09	0,13	0,13	0,13	0,17	0,18	0,18	0,22	0,24	0,26	0,39	0,38	0,53	0,70	0,72	0,80	0,80

Dada las modificaciones hechas en DOB_5 y población urbana, la fracción de AS tratadas es una fracción de 0,04, mayor que en la serie temporal GEI 1984/2003.

- **Lodos Domésticos y Componente Orgánico Degradable (COD)**

La estimación de la fracción de lodos se realizó con la misma metodología que la serie temporal anterior, las diferencias en las fracciones de lodos tratados, corresponden principalmente al cambio de caudal de AS tratadas por las diferencias de DOB_5 y población urbana explicadas anteriormente, estas variaciones también afectan al Componente Orgánico Degradable (COD) del lodo doméstico.

Para la estimación de lodos domésticos en ton/año, se utilizó la siguiente ecuación que se aplica al caudal de AS tratado por tipo de tratamiento (Cuadro 5.190).

Cuadro 5.190. Estimación de lodos en PTAS

$Q_p = (86,4 \times Q_m \times [(K1 \times S_c \times (1-ess)) + (K2 \times DBO) \times (1-eDBO) - SSe])$	
Q_p = Peso seco de lodos, en ton, $m^3/año$	DBO = DBO en el efluente (mg/l)
Q_m = Caudal medio $m^3/año$	$eDBO$ = Relación DBO obtenida a salida del tratamiento secundario y la DBO de entrada en el tratamiento secundario

$Q_p = (86,4 \times Q_m \times [(K_1 \times S_c \times (1-ess)) + (K_2 \times DBO) \times (1-eDBO) - S_{se}])$	
$K_1 =$ cte de 0 ó 1	$S_{se} =$ SST en el efluente (mg/l)
$S_c =$ SST en agua servida cruda (mg/l)	0,7 = esta fracción se agrega en lagunas aireadas y lagunas de estabilización, y corresponde al 70% de los lodos producidos como si fuesen lodos activados, se estima de esta forma debido al mayor volumen en el caso de lagunas aireadas comparadas con lodos activados
ess = Relación SST salida al sedimentador primario y SST de entrada al sed. Prim.	
$K_2 =$ Tasa según Cuadro 4.45	
<i>Fuente: Paola Arata Z., Ing. Civil Industrial, U. de Chile. Post título en empresas sanitarias</i>	

Los supuestos usados para el cálculo de la ecuación anterior se muestran en el Cuadro 5.191:

Cuadro 5.191. Supuestos para estimación de lodos domésticos

Planta de	K_1	S_c	ess	K_2	DBO	eDBO	Sse	Constante
Sedimentación primaria	1,0	220,0	0,3	0,0	220,0	0,3	0,0	154,0
Lodos activados:								
tasa alta	1,0	220,0	0,3	0,9	220,0	0,3	30,0	19.304,0
tasa normal	1,0	220,0	0,3	0,6	220,0	0,3	20,0	16.643,0
Lagunas extendidas y aireadas, zanjales de oxidación	0,0	220,0	0,0	0,6	220,0	0,0	20,0	11.762,0
Biofiltro	1,0	220,0	0,3	0,5	220,0	0,3	20,0	14.549,0
Constantes	86,6							

Los cuadros 5.192 y 5.193 muestran los resultados de fracciones de lodos y COD (que corresponde a la fracción de caudal de lodos en función del caudal de AS en el alcantarillado), obtenidas para esta serie temporal.

Cuadro 5.192. Fracción de lodos tratados por tipo de tratamiento

Trat.	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Lagunas aireadas	0,00	0,42	0,41	0,39	0,28	0,34	0,34	0,49	0,37	0,12	0,13	0,12	0,13	0,10	0,10	0,11	0,11
Lodos act.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,24	0,19	0,50	0,78	0,77	0,73	0,79	0,79	0,75	0,75
Laguna estab.	0,49	0,29	0,30	0,32	0,49	0,41	0,41	0,09	0,25	0,26	0,05	0,06	0,11	0,07	0,08	0,10	0,11
Biofiltro	0,51	0,29	0,29	0,29	0,21	0,22	0,22	0,14	0,12	0,08	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Zanjales de oxid.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
País	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Cuadro 5.193. Componente orgánico degradable de lodos domésticos

Región	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
XV	0E+00																
I	0E+00	2E-03	2E-03	2E-03	3E-03	3E-03	3E-03	3E-03									
II	0E+00	6E-03	7E-03	7E-03	7E-03	7E-03											
III	0E+00	3E-03	3E-03	4E-03	4E-03	4E-03	4E-03	4E-03									
IV	0E+00	7E-03	7E-03	7E-03	7E-03	9E-03	1E-02	9E-03	9E-03								
V	0E+00	1E-02	1E-02	5E-03	2E-02	2E-02	2E-02	2E-02	2E-02								
XIII	6E-03	2E-02	1E-02	1E-02	9E-02	9E-02	9E-02	2E-01	2E-01	2E-01	2E-01						

Región	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
VI	0E+00	8E-03	8E-03	8E-03	8E-03	8E-03	8E-03	2E-02	2E-02	1E-02	2E-02						
VII	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00	1E-03	1E-03	1E-03	1E-03	1E-03	6E-03	7E-03	2E-02	9E-03	1E-02	2E-02	2E-02
VIII	0E+00	8E-03	1E-02	2E-02	2E-02	2E-02	2E-02	2E-02									
IX	5E-03	6E-03	6E-03	6E-03	7E-03	5E-03	5E-03	1E-03	1E-03	2E-03	3E-03	4E-03	4E-03	4E-03	3E-03	2E-02	2E-02
XIV	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00	2E-03	2E-03	2E-03	6E-04	3E-03	5E-03	2E-03	3E-03	9E-03	9E-03	1E-02	1E-02	1E-02
X	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00	5E-03	4E-03	4E-03	2E-03	7E-03	1E-02	6E-03	8E-03	2E-02	2E-02	3E-02	3E-02	3E-02
XI	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00	3E-04	3E-04	3E-04	2E-03	3E-03	3E-03	3E-03						
XII	0E+00	3E-04	7E-04	6E-04	6E-04	6E-04	5E-03	5E-03	5E-03	5E-03							

2. Tratamientos aguas residuales industriales y lodos industriales

Para esta subcategoría se utilizaron dos factores de emisión según escala temporal, debido a que en Chile, desde el año 1984 hasta 1997 no hay registros de utilización de sistemas de tratamientos para RILes. Para la elaboración de la serie temporal, se utilizaron valores por defecto que implican sólo tratamientos anaeróbico de los RILes (Cuadro 5.194).

Desde el año 1998 hasta 2007 se utilizaron factores de emisión por defecto, para cada tipo de tratamiento de RILes utilizado en Chile (cuadros 5.195 y 5.196).

- Valores por defecto 1984-1997, Cuadro 5.194.

Cuadro 5.194. Supuestos PICC para tratamiento de RILes 1984/1997

	Valor por defecto
Fracción de RILes tratadas anaeróbicamente	0,05
FCM para tratamiento anaeróbico	0,50
Máxima capacidad de producción de CH ₄	0,25
Factor de emisión de metano	0,22
Fracción de lodos tratados por el sistema de tratamiento	0,00
Metano recuperado y/o quemado en antorcha	0,00

Fuente: Directrices PICC para gases efecto invernadero 1996

- Valores por defecto 1998-2007, cuadros 5.195 y 5.196.

Cuadro 5.195. Supuestos PICC para tratamiento de RILes 1998/2007

	Valor por defecto
Máxima capacidad de producción de CH ₄	0,25
Factor de emisión de metano	0,22
Metano recuperado y/o quemado en antorcha	0,00

Fuente: Directrices PICC para gases efecto invernadero 1996

Cuadro 5.196. Supuestos PICC, para tratamiento de RILes 1998/2007

Tratamiento	FCM por tipo de tratamiento
Digestión Aeróbica (DIGAER)	0,0
Cámara desgrasadora (CD)	0,0
Filtración granular (FG)	0,0
Físico-químico con flotación (FQF)	0,0
Físico-químico con sedimentación (FQS)	0,2
Estanque de homogeneización (H)	0,2
Lodos activados (LA)	0,8
Laguna de aireación (LAI)	0,0
Laguna de estabilización anaeróbica (LAEn)	0,8
Neutralización (N)	0,0
Precipitación (PP)	0,0
Separación de sólidos (SS)	0,0
Laguna aireada/sedimentación (LAG AIR/SED)	0,0

Fuente: Directrices PICC para gases efecto invernadero 2006

- DQO de RILes**

La metodología PICC, exige que la información de materia orgánica sea expresada en DQO y no en DBO, por lo tanto, como el catastro de RILes sólo informa DBO, se realizó la conversión con la siguiente ecuación (Cuadro 5.197):

Cuadro 5.197. Ecuación cálculo de DQO

$$DQO \text{ org.} = 2 \times DBO \text{ org.}$$

- Fracción de caudal tratado de RILes**

La información para determinar caudal tratado, corresponde al Catastro Nacional de RILes 1998, la cual proporciona caudal tratado. La fracción de caudal tratado se estimó como (caudal tratado por región y Atriles en función del total tratado país), resultados mostrados en el Cuadro 5.198.

Cuadro 5.198. Fracción de RILes tratados por región, año 1998

Tratamiento	II	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	X	XII
DIGAER	0,0	0,0	0,0	1,1E-03	0,0	1,8E-03	8,7E-05	0,0	0,0	0,0
FQF	0,0	0,0	2,4E-03	7,1E-02	1,2E-03	5,1E-03	8,0E-02	0,0	3,4E-03	0,0
FQS	0,0	0,0	1,2E-03	1,1E-01	2,2E-03	3,1E-03	3,3E-01	0,0	2,8E-03	0,0
FS	0,0	0,0	0,0	1,9E-04	0,0	8,7E-03	4,8E-04	0,0	0,0	0,0
LA	2,3E-03	0,0	6,6E-05	1,4E-02	6,7E-04	0,0	0,0	0,0	8,7E-04	0,0
LA-AE	0,0	0,0	0,0	6,0E-03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LAGAIR/SED	0,0	0,0	0,0	2,8E-03	1,8E-04	3,0E-03	2,3E-04	0,0	0,0	0,0
LALF	0,0	0,0	0,0	1,2E-02	1,3E-04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LEA	0,0	0,0	0,0	9,6E-03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N	0,0	1,6E-04	7,2E-04	1,0E-02	0,0	0,0	2,6E-04	0,0	1,1E-05	0,0
PP	0,0	4,0E-04	0,0	5,1E-03	0,0	6,5E-03	0,0	3,5E-04	0,0	0,0
SS	0,0	0,0	9,0E-04	1,3E-03	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3E-03	0,0
CD	0,0	0,0	0,0	4,9E-06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9E-05
FG	0,0	0,0	0,0	6,6E-05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tratamiento	II	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	X	XII
H	0,0	0,0	0,0	5,2E-03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
país	0,002	0,001	0,005	0,250	0,004	0,028	0,412	0,003	0,009	0,0002

Las fracciones de caudal tratado, se mantuvieron constante para los años 1998/2007, por no disponer con información más actualizada. Para los años antes de 1998 no se consideró caudal tratado de RILes, porque no existe información oficial.

- **Lodos residuales y DQO de lodos tratados**

Para la estimación de lodos residuales en ton/año, se utilizó la ecuación del Cuadro 5.190 y los supuestos del Cuadro 5.191, de la misma forma que la estimación de lodos domésticos producidos en plantas de tratamientos de aguas servidas.

La fracción de lodos residuales tratados, estimado se muestra en el Cuadro 5.199.

Cuadro 5.199. Fracción de lodos tratados por tipo de tratamiento, año, país

Fracción de lodos										
Tipo de tratamiento	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Digestión aeróbica (DIGAER)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Físico-químico con flotación (FQF)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Físico-químico con sedimentación (FQS)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Lodos activados (LA)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Laguna de aireación (LAI)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Laguna de estabilización anaeróbica (LAEn)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Laguna aireada/sedimentación (LAG AIR/SED)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Total región	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

- **Estimación de DQO de lodos producidos por sistema de tratamiento**

Para la estimación de DQO de lodos producidos por sistema de tratamiento (Cuadro 5.162) se consideró los siguientes supuestos de reducción de DQO por tipo de tratamiento de RILes (Cuadro 5.200).

Cuadro 5.200. Supuestos de reducción de DQO por sistema de tratamientos de lodos

Tratamiento	Reducción de DQO	
Tratamientos fisicoquímicos (sedimentación y flotación)	30%	0,3
Tratamiento de lagunas aireadas y lagunas de estabilización	50%	0,5
Tratamiento de lodos activados	80%	0,8

C.4.3. Otros (emisión de óxido nitroso por excretas humanas)

Los valores por defecto utilizados para la determinación de óxido nitroso, son los mismos utilizados en el inventario GEI 1984/2003 (cuadros 5.201 y 5.202).

Cuadro 5.201. Consumo medio anual per capita de proteína

	Fracción de proteína en la MO	Carga orgánica Kg/per/año
Regiones	0,5	7,3
XIII	0,5	11,0

Nota: fracción de proteína en la MO corresponde al valor estimado, considerando el 50% de la MO existente en aguas residuales (Metcalf, 1996)

Cuadro 5.202. Supuestos PICC para emisión de óxido nitroso por excretas humanas

	Valor por defecto
Fracción de N en la proteína Kg N/Kg de proteína	0,16
Factor de emisión (FE_6) (kg N-N ₂ O/Kg N en el excremento producido)	0,01

Fuente: Directrices PICC para gases efecto invernadero 1996

C.4.4. Incineración de residuos hospitalarios

- Incineración de cadáveres y restos humanos**

La estimación de masa incinerada en cementerios, por cremación de cadáveres y restos humanos, se calculó de la misma forma que en la serie 1984/2003. Los supuestos para determinar la masa incinerada en cementerios, fue la siguiente (cuadros 5.203 y 5.204):

Cuadro 5.203. Masa incinerada en cementerios

Masa incinerada ton/año = Masa promedio (hombre, mujer, fetos o restos humanos) X nº de personas (hombre, mujer, fetos)

Cuadro 5.204. Supuestos para determinación de masa incinerada en cementerios

Cremaciones	Masa promedio (Kg)
Hombre	70,0
Mujer	60,0
Párvulos/fetos	0,1
Restos humanos	0,2

Los factores de emisión y supuesto para la incineración de residuos hospitalarios permanecieron sin modificación en relación a la serie 1984/2003. El Cuadro 5.205 muestra los valores por defecto usados en esta serie temporal.

Cuadro 5.205. Valores por defecto PICC y empresas privadas, estimación de GEI

	Valores por defecto	Fuente	Unidad
Fracción de residuos incinerados A 4020	1	valor considerado como 1, ya que se trabajo con datos de lugares de incineración	
Fracción de materia seca en residuos incinerados	0,6	ECOWORLD, valor válido para residuos hospitalarios y cementerios	
Fracción de residuos trasladados a empresas	1	valor considerado como 1, ya que se trabajo con datos de lugares de incineración	
Fracción de residuos enviados a cementerios	1	valor considerado como 1, ya que se trabajo con datos de lugares de incineración	
Eficiencia de incineración cementerios	0,95	Cementerio Parque del Recuerdo y Cementerio General	
Eficiencia de incineración empresas	0,98	ECOWORLD Ltda.	
Fracción de C en residuos incinerados	0,6	PICC-EFBD	
Fracción de N/C en residuos incinerados	0,0333	PICC, cepis.org	
FE de CH ₄	0	PICC-EFBD	ton/ton
FE de CO	0,00067	PICC-EFBD	ton/ton
FE de COVM	0,00000074	PICC-EFBD	ton/ton
FE de N como N ₂ O	0,000066	PICC-EFBD	ton/ton
FE de NO _x	0,001	PICC-EFBD	ton/ton

6. RESULTADOS OBTENIDOS

6.1. Factores de conversión del sector no energía para los GEI

Para la conversión de masa de N y C a GEI obtenidos en las planillas de cálculos de los INGEI, se utilizaron una serie de factores de conversión mostrados en el Cuadro 6.1, y para la conversión de metano y óxido nitroso a CO₂-equivalente se usaron los factores de conversión por potencial de calentamiento global específicos para las metodologías del año 1996 del PICC. Estos factores de conversión se muestran en el Cuadro 6.2 y fueron los utilizados para la expresión de resultados de los INGEI, serie temporal 1984/2007.

Cuadro 6.1. Factores de conversión

Factores de conversión	
C a CH ₄	1,33
C a CO	2,33
C a COVNM	1,22
N a N ₂ O	1,57
N a NO _x	1,17
C a CO ₂	3,67

Cuadro 6.2. Potenciales de calentamiento global empleados en la transformación a CO₂-e

CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310

6.2 Emisiones de CO₂-e, total país

El Cuadro 6.3 muestra los resultados de emisiones CO₂-e para la serie temporal 1984/2007.

Cuadro 6.3. Emisiones de CO₂-e, total país, serie temporal 1984/2007

Categorías de fuentes	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
	G g CO ₂ -e										
Agricultura	11.319	11.517	11.758	11.968	12.054	12.132	12.170	12.269	12.416	12.576	12.741
Fermentación entérica	4.627	4.650	4.673	4.697	4.720	4.743	4.767	4.790	4.813	4.836	4.860
Manejo del estiércol	1.088	1.108	1.128	1.149	1.169	1.189	1.215	1.245	1.278	1.307	1.330
Cultivo del arroz	155	151	151	167	160	147	132	127	128	131	135
Suelos Agrícolas	5.370	5.514	5.700	5.845	5.895	5.946	5.955	6.012	6.109	6.220	6.342
Quema de residuos agrícolas	80	94	104	111	110	106	102	95	88	82	75
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uso del suelo y cambio de uso del Suelo y silvicultura	-29.304	-27.770	-24.961	-24.937	-27.375	-28.898	-29.004	-26.785	-26.463	-26.104	-24.632
Suelos forestales y plantaciones forestales	-30.072	-28.538	-25.728	-25.711	-28.140	-29.664	-29.759	-27.544	-27.225	-26.871	-25.403
Padreras y matorrales	505	505	504	510	502	503	492	495	499	498	495
Suelos agrícolas	130	130	130	130	130	130	130	130	130	136	143
Suelos urbanos	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
Humedales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelos desnudo	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos antrópicos	1.234	1.277	1.321	1.367	1.415	1.464	1.027	1.062	1.099	1.142	1.185
Residuos sólidos	1.149	1.191	1.234	1.279	1.325	1.373	934	968	1.004	1.040	1.078
Residuos líquidos	17	17	17	17	17	17	17	17	17	21	25
Incineración de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros	68	69	70	71	73	74	75	76	78	81	82
TOTAL PAIS	-16.751	-14.976	-11.881	-11.602	-13.906	-15.302	-15.807	-13.454	-12.949	-12.386	-10.706

Continuación Cuadro 6.3. Emisiones de CO₂-e, total país, serie temporal 1984/2007

Categorías de fuentes	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	Gg CO ₂ -e												
Agricultura	12.847	12.993	12.991	13.045	13.063	13.103	13.101	12.990	13.184	13.309	13.433	13.401	13.440
Fermentación entérica	4.880	4.904	4.904	4.885	4.841	4.796	4.751	4.707	4.662	4.618	4.573	4.544	4.530
Manejo del estiércol	1.352	1.392	1.426	1.465	1.503	1.550	1.586	1.616	1.658	1.719	1.774	1.819	1.843
Cultivo del arroz	128	118	94	94	97	115	119	114	109	109	110	99	93
Suelos Agrícolas	6.408	6.498	6.487	6.525	6.548	6.563	6.565	6.475	6.680	6.797	6.921	6.893	6.934
Quema de residuos agrícolas	78	81	80	76	75	79	81	79	73	66	54	46	41
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uso del suelo y cambio de uso del Suelo y silvicultura	-25.067	-21.792	-22.857	-24.719	-29.185	-27.446	-26.888	-25.933	-26.394	-24.166	-21.330	-19.386	-17.962
Suelos forestales y plantaciones forestales	-25.839	-22.573	-23.648	-25.513	-29.975	-28.237	-27.691	-26.746	-27.215	-24.988	-22.156	-20.211	-18.793
Praderas y matorrales	488	493	498	497	489	487	491	496	498	494	490	485	486
Suelos agrícolas	151	154	160	164	168	171	179	183	191	195	202	207	212
Suelos urbanos	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
Humedales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelos desnudo	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos antrópicos	1.229	1.664	1.725	1.851	1.913	1.991	2.039	2.171	2.235	2.289	2.365	2.452	2.589
Residuos sólidos	1.117	1.546	1.602	1.660	1.721	1.797	1.843	1.974	2.039	2.099	2.172	2.258	2.392
Residuos líquidos	29	33	37	105	105	105	105	105	105	97	97	97	97
Incineración de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros	83	84	86	86	88	89	90	91	91	93	95	97	99
TOTAL PAIS	-10.991	-7.136	-8.140	-9.823	-14.209	-12.352	-11.748	-10.772	-10.975	-8.568	-5.533	-3.533	-1.933

La desagregación y discusión de los resultados del Cuadro 6.3 se presentan en los siguientes puntos de este capítulo.

6.3. Sector Agricultura

A continuación se presentan los principales resultados de sector "Agricultura".

6.3.1. Emisiones totales del sector

La Figura 6.1 muestra que el sector "Agricultura" ha aumentado su emisión total en un 19% entre 1984 y 2007 y en un 5,5% entre 1994 (año de referencia) y 2007. Como indica esta figura, este acrecentamiento se debe al aumento de emisiones en las categorías "Suelos agrícolas" y "Fermentación entérica" primordialmente.

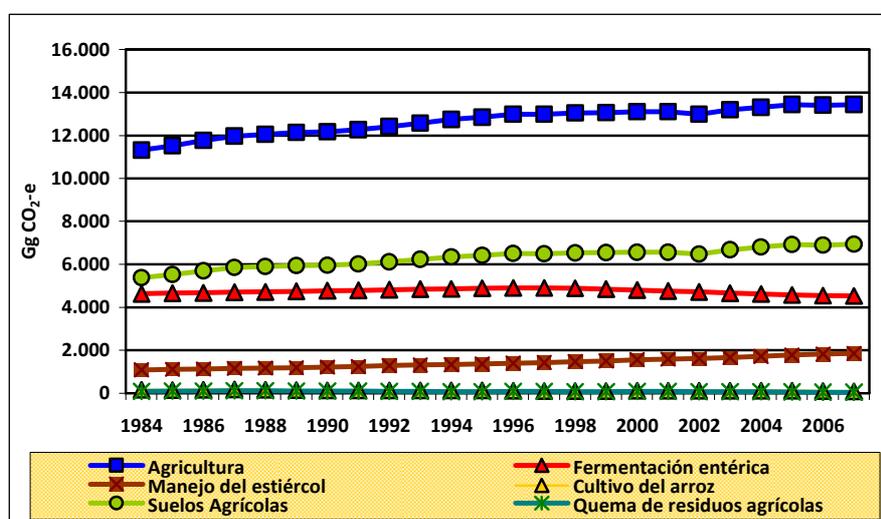


Figura 6.1. Emisiones de GEI, sector "Agricultura"

La categoría "Suelos agrícolas" es la que más aporta a las emisiones sectoriales (52%, en 2007), debido a emisiones de óxido nítrico por aplicación de fertilizantes nitrogenados principalmente. Otro hecho relevante es que el 48% de las emisiones del sector, en 2007, correspondieron a las categorías relacionadas con la ganadería: Fermentación entérica (34%) y Manejo del estiércol (14%), no obstante su menor peso específico a través de la serie temporal, como queda expresado en la Figura 6.2.

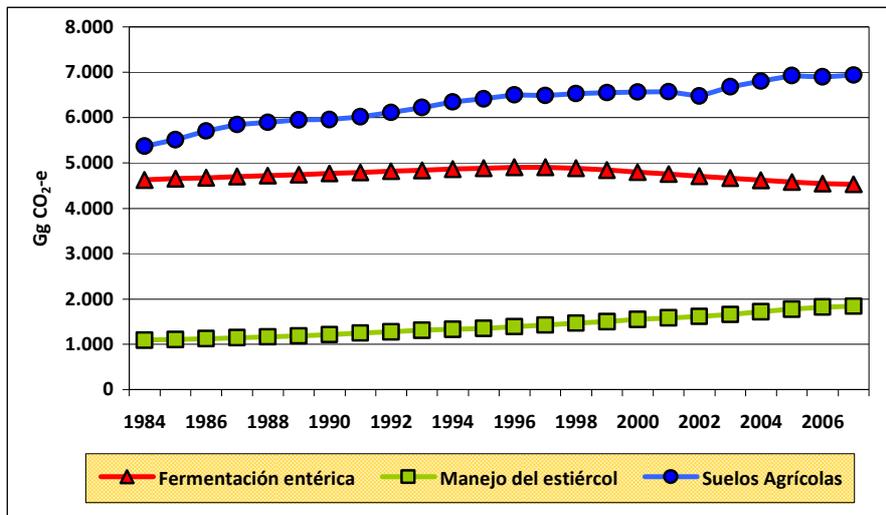


Figura 6.2. Emisiones del sector “Agricultura” y principales categorías emisoras (Suelos agrícolas, Fermentación entérica y Manejo del estiércol)

La Figura 6.2 muestra las emisiones –en CO₂-e– de las principales categorías del sector “Agricultura”, al inicio de la serie (1984), en el año de referencia (1994) y último año de la serie (2007). La figura indica que las emisiones sectoriales están en aumento sustentado por las categorías “Suelos agrícolas” y “Fermentación entérica”.

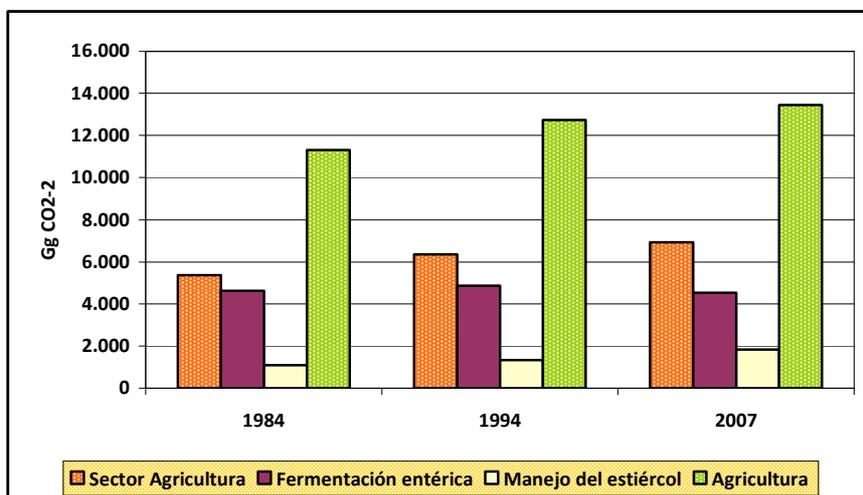


Figura 6.3. Emisiones de GEI del sector “Agricultura”, para los años 1984, 1994 y 2007, desagregadas por región administrativa

La Figura 6.3 muestra las emisiones del sector “Agricultura”, por región administrativa del país, para los mismos tres años (1984, 1994 y 2007); las curvas indican que las emisiones ocurren entre

las regiones IV y XII. Evidentemente, las emisiones regionales son un reflejo de la magnitud de la actividad agrícola en cada una de ellas.

La gran diferencia entre las tres curvas está en el crecimiento relativo en el 2007 de la XIII Región, la que es debida al incremento de la población porcina, principalmente en el secano costero (Comuna de San Pedro).

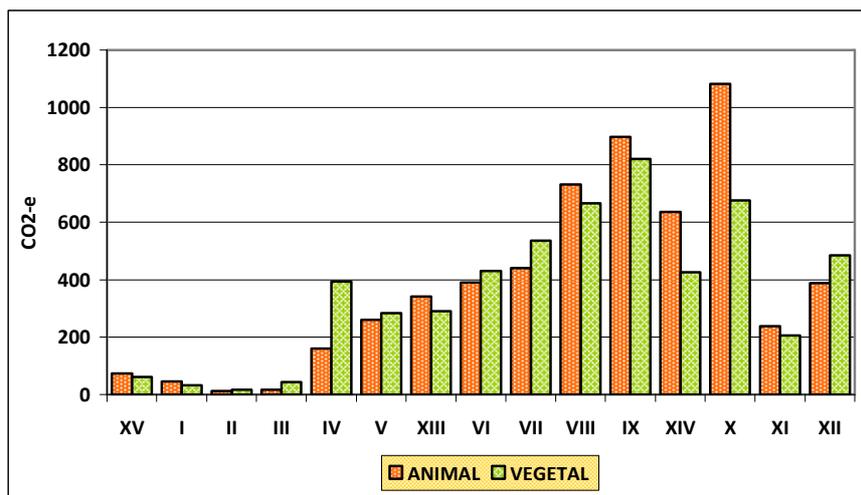


Figura 6.4. Emisiones de GEI del sector “Agricultura”, por región administrativa en el año 2007, desagregadas según procedencia animal y vegetal

La Figura 6.4 muestra la desagregación para el año 2007, entre emisiones animales y vegetales por región administrativa. Esta figura muestra que, en las regiones XIII y X, hay predominancia de emisiones de origen animal, en un caso porcinas y, en otro caso, bovinos. En las regiones IV, VI, VII y IX, las emisiones son principalmente por actividades de cultivación de plantas.

6.3.2. Fermentación entérica

La Figura 6.5 muestra que el ganado bovino no-lechero hace el mayor aporte a las emisiones de metano de la categoría con un 60% del total de emisiones de esta categoría; el ganado bovino lechero contribuye con un 23% del total de las emisiones y el resto de las especies que participan con un 17%.

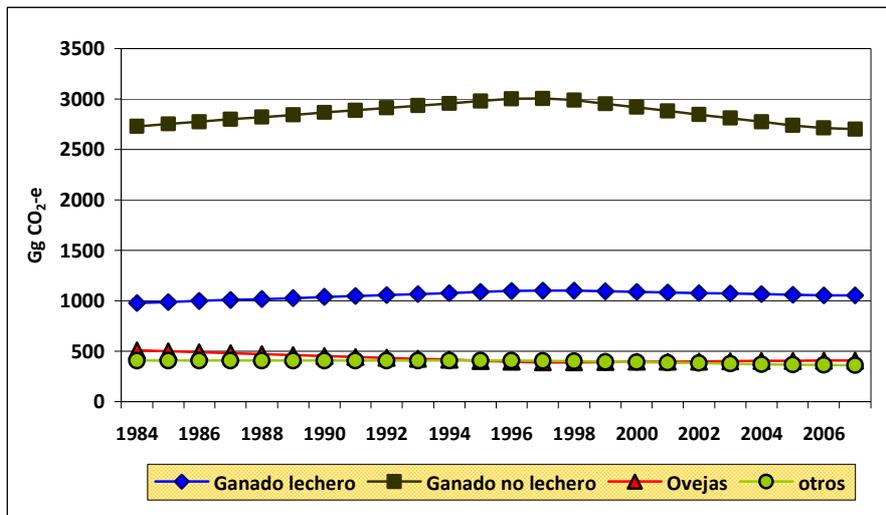


Figura 6.5. Emisión de metano por "Fermentación entérica", por especie animal y por año

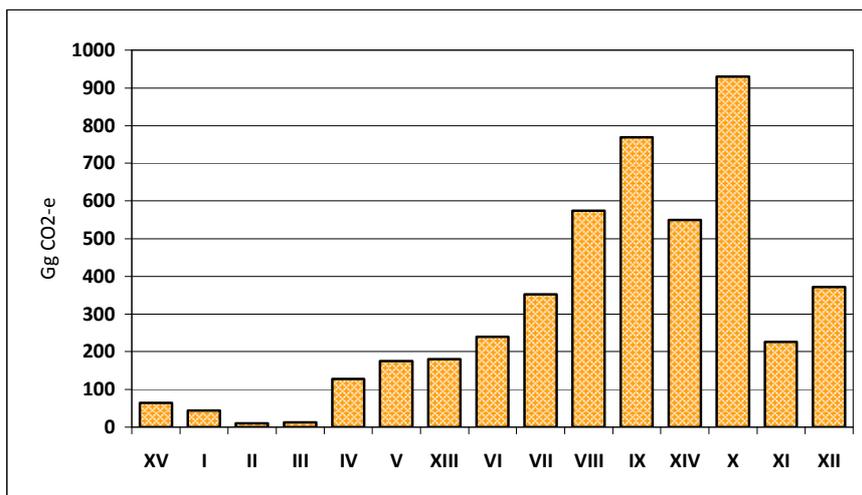


Figura 6.6. Emisión de metano por "Fermentación entérica" para el año 2007, desagregadas por región administrativa

Las emisiones de metano por la "Fermentación entérica", provienen principalmente de las regiones VII a X incluyendo la XIV, debido a la población bovina (lechera, con 21% de las emisiones; no-lechera, con 68% de las emisiones). Las regiones VII a XIV se asocian principalmente con ganado bovino no-lechero y la X Región, con ganado bovino lechero (Figura 6.6).

6.3.3. Manejo del estiércol

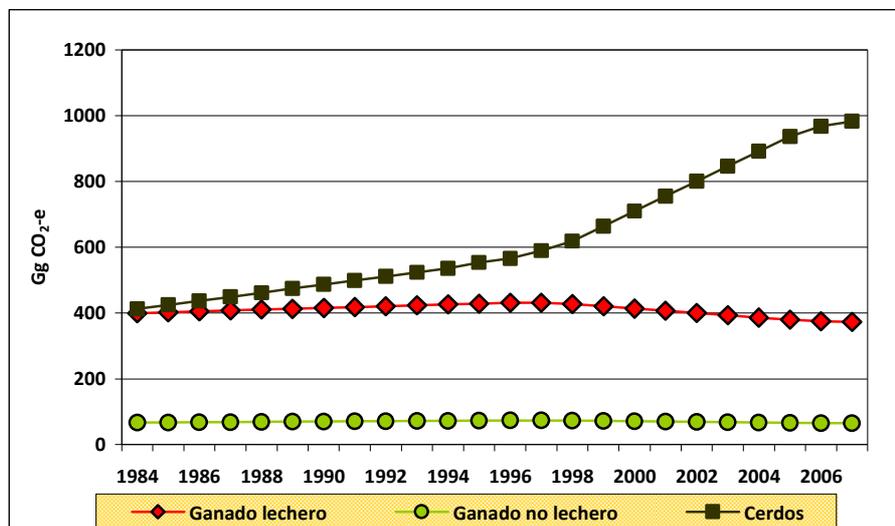


Figura 6.7. Emisión de CH₄ para “Manejo del estiércol”, por especie animal y año

Las emisiones de metano por “Manejo del estiércol” (Figura 6.7), muestran que los cerdos son los que más contribuyen a las emisiones de esta categoría (70% del total emitido, en el año 2007). Desde 1996, esta especie muestra un aumento significativo de su población. Además, la Figura 6.7 muestra que existe una disminución de emisiones por población bovina, debido a una reducción en el número de cabezas, como se discutió en el punto 5.3 A.

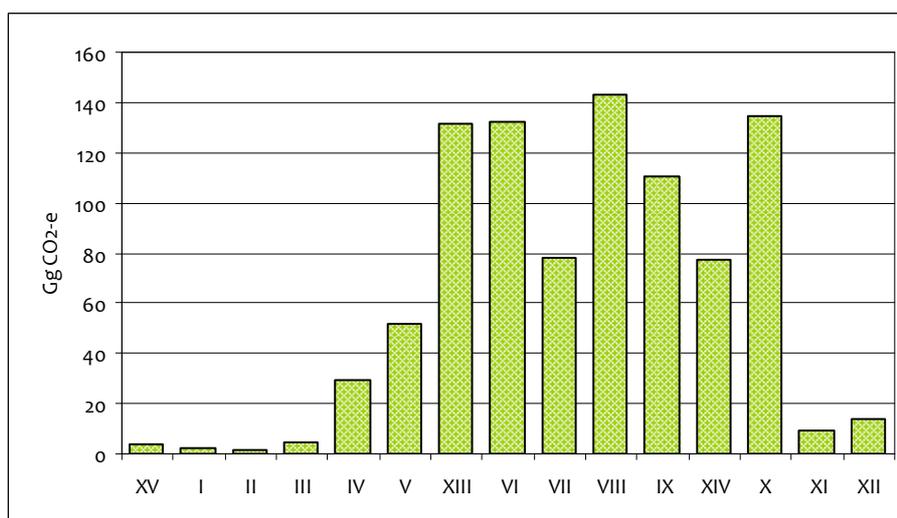


Figura 6.8. Emisión de metano por “Manejo del estiércol” en 2007, desagregada por región administrativa

La Figura 6.8 señala que en las regiones XIII y VI predominan las emisiones de metano por Manejo de estiércol, lo que evidentemente coincide con las regiones que concentran la población porcina en Chile, cuya existencia es confinada y se asocia a sistemas anaeróbicos de gestión de los purines generados.

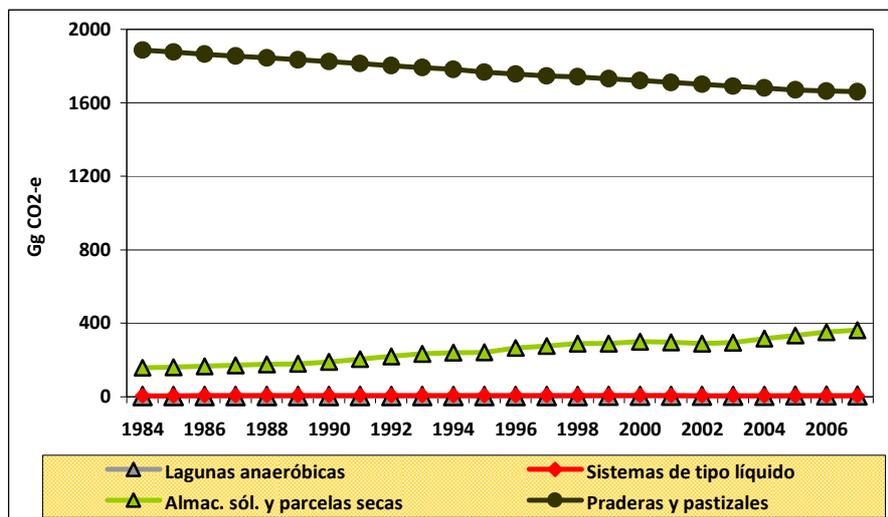


Figura 6.9. Emisión de N₂O por “Manejo del estiércol”, desagregada por sistema de manejo de estiércol, por año

Como muestra la Figura 6.9, las emisiones de óxido nítrico procedentes del sistema de manejo por “praderas y pastizales” generan el 82% del total de las emisiones de este gas en el año 2007. Estas emisiones corresponden principalmente a la poblacional animal bovina y en menor escala a las poblaciones animales como cabras, ovejas, caballos, camellos, mulas y asnos. Además el óxido nítrico no es contabilizado en esta categoría, debido a que el 100% de las emisiones generadas por “praderas y pastizales” están incluidas en la contabilidad de la categoría de “Suelos agrícolas”. Además, las emisiones derivadas del sistema de manejo de “almacenamiento sólidos y parcelas secas” corresponden al 18% de las emisiones de este gas, para el año 2007, siendo el segundo ítem de importancia en esta categoría. Este tipo de emisiones se relaciona a sistemas de manejo confinados de estiércol y las principales poblaciones animales que aportan son los bovinos, aves de corral y población porcina, que también genera el 100% de aportes de emisión en sistema de tratamiento de “lagunas anaeróbica”.

Las emisiones de óxido nítrico predominan en las regiones VII a X (Figura 6.10), debido a la existencia de ganado bovino. Cabe hacer notar que para el ganado no-lechero, la mayor parte de la población pasta directamente en el campo.

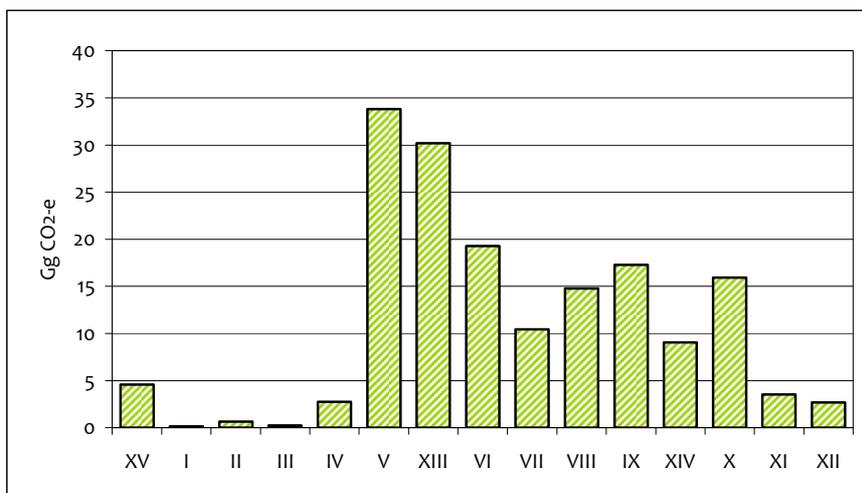


Figura 6.10. Emisión de N₂O por "Manejo del Estiércol" del año 2007, desagregadas por región administrativa

6.3.4. Suelos agrícolas

La Figura 6.11 indica que la principal fuente de emisión de óxido nítrico desde los suelos agrícolas, es la de los fertilizantes nitrogenados (consumo mostrado en el Cuadro 6.4), seguida por los cultivos fijadores de nitrógenos; las emisiones por los animales en pastoreo directo se vienen reduciendo, debido a la reducción de la población bovina a través de los años.

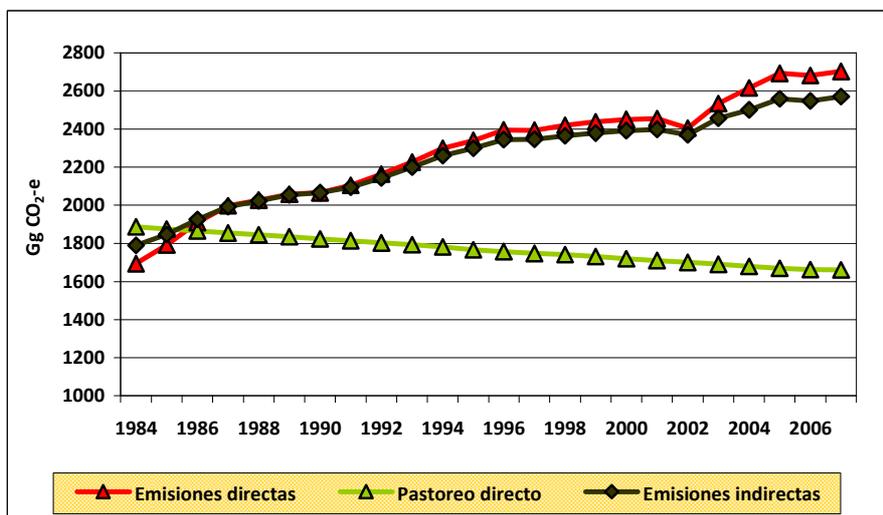


Figura 6.11. Emisión de N₂O, de la categoría de "Suelos agrícolas" desagregada en subcategorías "emisiones directas", "emisiones indirectas y "pastoreo directo", y año

Cuadro 6.4. Estimación del consumo nacional de fertilizantes nitrogenados (ton N/año)

País/ Año	1984	1994	2007
Total	95.377,50	201.666,67	277.859,00

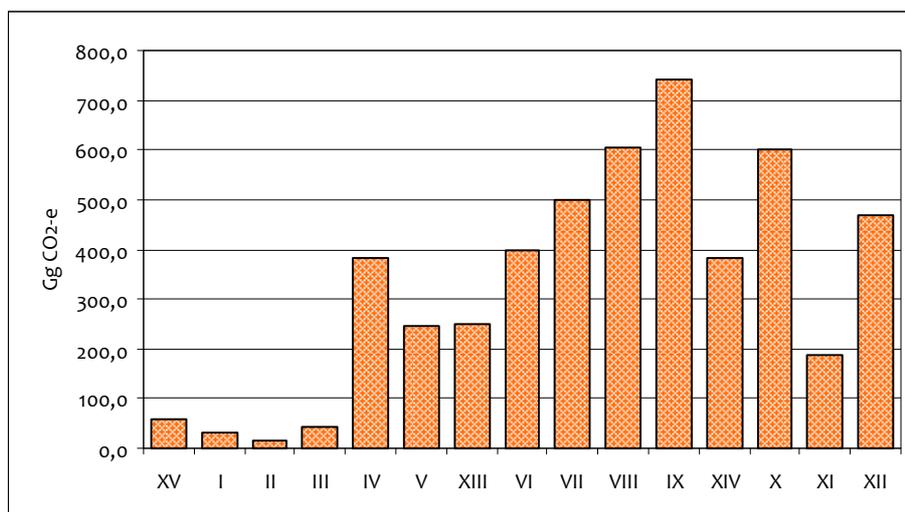


Figura 6.12. Emisión de N₂O por "Suelos Agrícolas", año 2007, desagregada por región administrativa

La Figura 6.12 indica que las regiones con mayor emisión de óxido nitroso desde los suelos coinciden con las regiones de mayor productividad agrícola, lo que se debe al mayor uso de fertilizantes nitrogenados; a ellas, se suma la X Región debido a la existencia de bovinos que pastorean directamente en el campo.

6.3.5. Cultivación de arroz y quema de residuos agrícolas

La Figura 6.13 muestra las emisiones de las categorías menos significativas del sector "Agricultura"; indica que existe una disminución de emisiones por una reducción de la superficie cultivada con arroz y el descenso paulatino de la quema de residuos agrícolas.

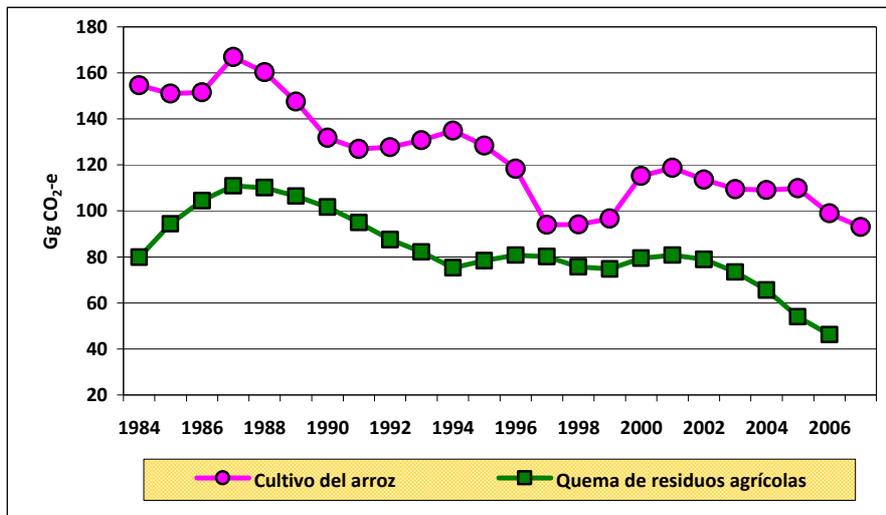


Figura 6.13. Emisión desde las categorías agrícolas menores: "Cultivación del arroz" y "Quema de residuos agrícolas"

6.4. Sector uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura (LULUCF)

6.4.1. Emisiones totales del sector

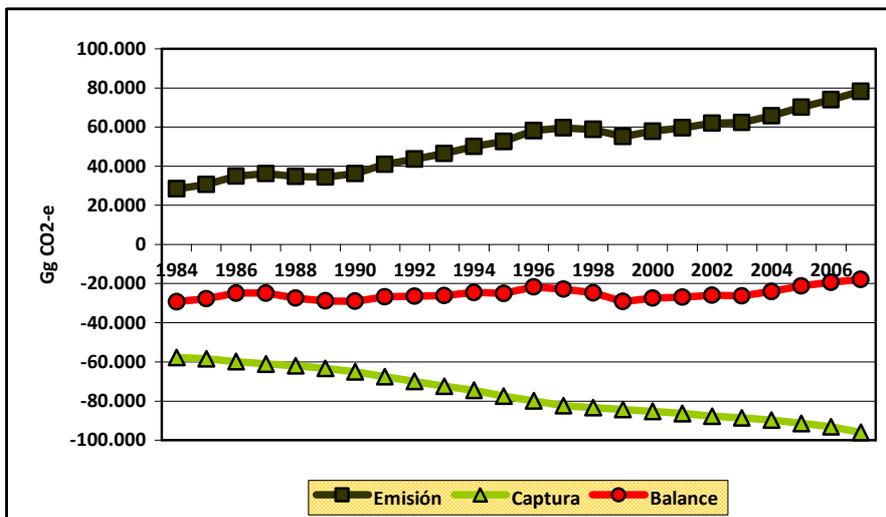


Figura 6.14. Balance de las emisiones y capturas del sector "LULUCF"

La Figura 6.14 muestra que tanto las emisiones de gases invernadero como las capturas de C atmosférico en el país vienen creciendo sostenidamente:

1. en cuanto a las emisiones, en 1984 fueron de 28.431 Gg de CO₂-e; en 1994, aumentaron en un 76% y, al 2007, llegaron a 78.121 Gg CO₂-e, significando un incremento del 175% desde el año 1984,
2. en cuanto a las capturas, en 1984 fueron de -57.735 Gg CO₂-e, pasando a -74.600 Gg en 1994 y llegando a -96.082 Gg de CO₂-e, significando un incremento total del 66% entre 1984 y 2007.
3. en cuanto al balance, ha sido siempre favorable a la captura, aunque el saldo viene reduciéndose en el tiempo: de un saldo de -29.304 Gg CO₂-e en 1984, se pasó a -24.632 Gg en 1994, llegando a -17.962 Gg al año 2007, lo que significa una reducción del 39% entre 1984 y 2007.

Básicamente, los resultados del sector se ven dominados por la categoría “Suelos forestales”.

6.4.2. Emisiones/capturas del sector LULUCF, por categoría

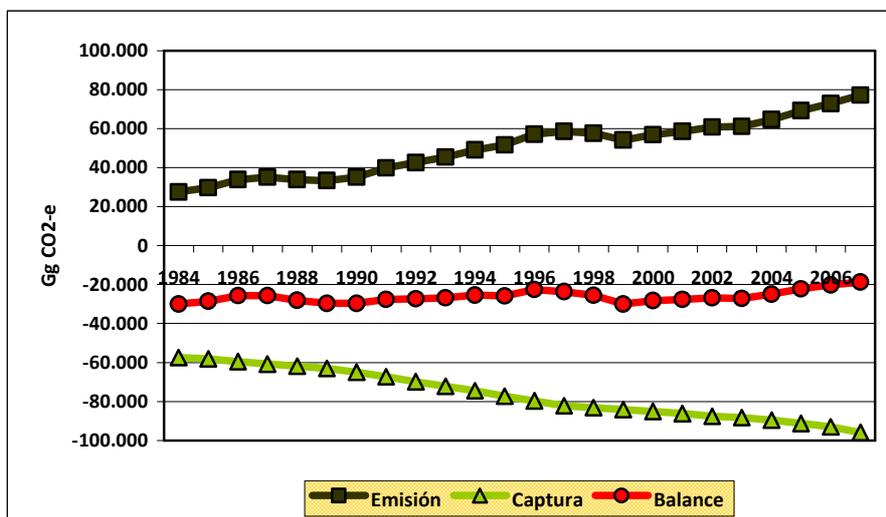


Figura 6.15. Emisiones y capturas de la categoría “Suelos forestales”, por año

Como se mencionó anteriormente, “Suelos forestales” es la categoría que mayormente influye en la tendencia del sector. La Figura 6.15 presenta las emisiones, capturas y balance de CO₂-e. Las emisiones de esta categoría, a nivel del sector LULUCF, en el año 1994 (año de referencia) representan el 98%, mientras que las capturas representan el 99,7% del total sectorial. Dada la importancia de esta categoría, posteriormente se analizará de forma minuciosa.

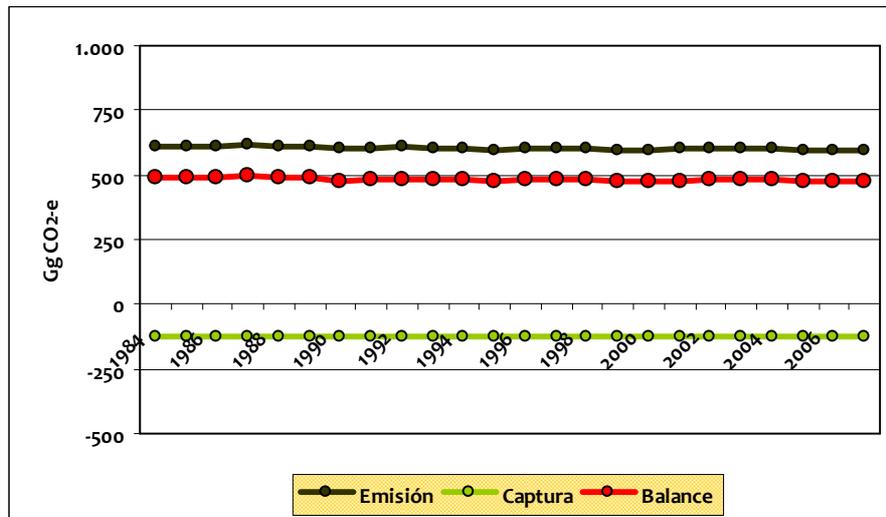


Figura 6.16. Emisiones y capturas de la categoría “Praderas y matorrales”, por año

La Figura 6.16 presenta las emisiones, capturas y balance de CO₂-e de la categoría “Praderas y matorrales”. Las emisiones de esta categoría, a nivel del sector LULUCF, en el año de referencia, representan el 1,2%, generadas por los incendios en praderas y matorrales, habilitación y desplantación. Las capturas representan sólo 0,2% del total sectorial, debidas a la habilitación y la regeneración.

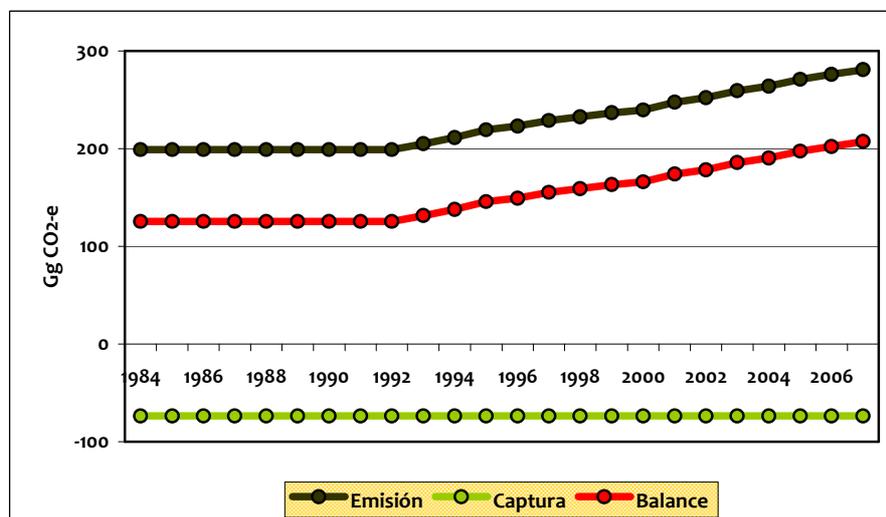


Figura 6.17. Emisiones y capturas de la categoría “Suelos agrícolas”, por año

La Figura 6.17 presenta las emisiones, capturas y balance de CO₂-e de la categoría “Suelos agrícolas”. Las emisiones de esta categoría representan el 0,43% del total sectorial, debidas al

encalado de los suelos y la habilitación. Las capturas representan sólo un 0,1%, debidas a la habilitación y rehabilitación de suelos.

Categoría “Suelos urbanos”: Las emisiones de esta categoría, a nivel general, representan el 0,22% del total sectorial. Las capturas representan sólo un 0,03% del total sectorial, ambas debidas al único ítem incluido en esta categoría: el avance urbano (urbanización).

Categoría “Suelos desnudos”: agrupa a todos los suelos que no presentan vegetación. Esta categoría sólo emite CO₂-e, producto de la devegetación, aportando sólo el 0,09% de las emisiones del sector.

6.4.3. Emisiones del sector LULUCF por sus principales subcategorías

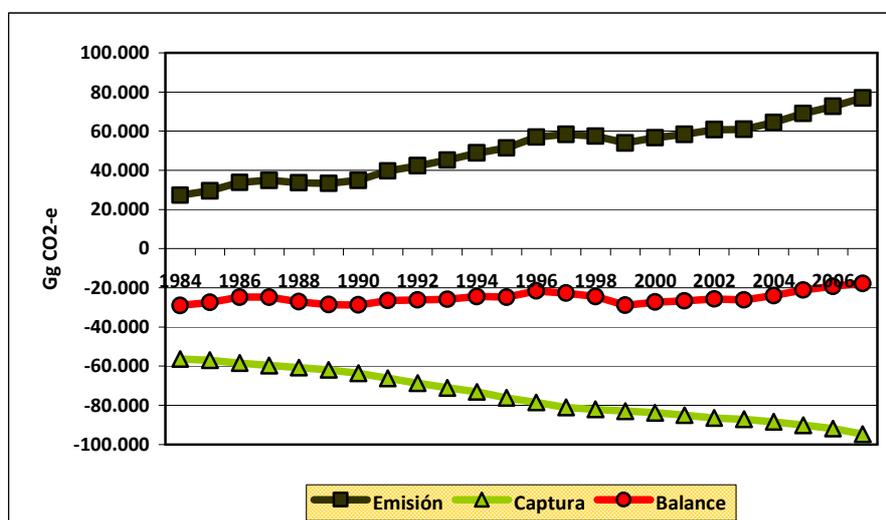


Figura 6.18. Emisiones y capturas de la subcategoría “Suelos forestales que permanecen como suelos forestales”, por año

Como puede deducirse de la Figura 6.18, la subcategoría “Suelos forestales que permanecen como suelos forestales” es la principal subcategoría del sector y, por lo tanto, de la categoría “Suelos forestales”, Sus emisiones representan el 99,7% y las capturas el 98,5% de los flujos contabilizados en esta categoría.

La subcategoría “Suelos en otros usos que pasan a suelos forestales”, aportan un 0,3% de las emisiones y un 1,5% de las capturas de la categoría.

La Figura 6.19 muestra que dentro de la subcategoría “Suelos forestales que permanecen como suelos forestales” los ítems de mayor relevancia en emisiones de CO₂-e son cosechas forestales e incendios forestales. Los ítems de mayor importancia en la captura de CO₂-e, de esta subcategoría, son incremento de la biomasa forestal y renovales de bosque nativo.

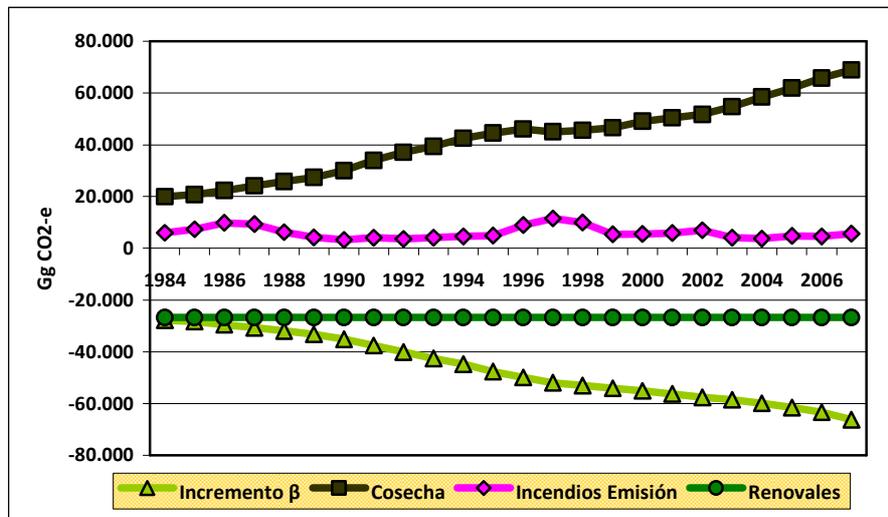


Figura 6.19. Emisiones y capturas de los principales ítems que conforman la subcategoría “Suelos forestales que permanecen como suelos forestales”

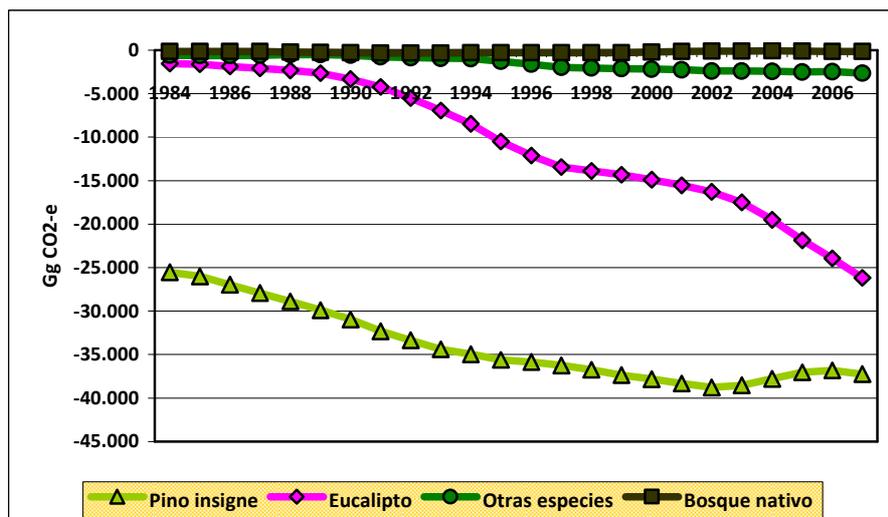


Figura 6.20. Capturas de C atmosférico de las principales especies forestales que conforman el ítem “Incremento de la biomasa forestal”

La Figura 6.20 muestra que en el ítem “Incremento de la biomasa forestal”, la especie más influyente en las capturas de C atmosférico, en el año 1994, es el pino insigne con un 78%, lo sigue el eucalipto con 19%, y otras especies con 2,1%. El aporte del bosque nativo manejado llega sólo al 0,6% del total capturado. Esto es principalmente debido al aumento sostenido de la superficie plantada de pino insigne, como lo muestra la Figura 6.21. La Figura 6.22 presenta el resto de las superficies plantadas con diferentes especies, destaca gran aumento que presenta las especies de eucalipto.

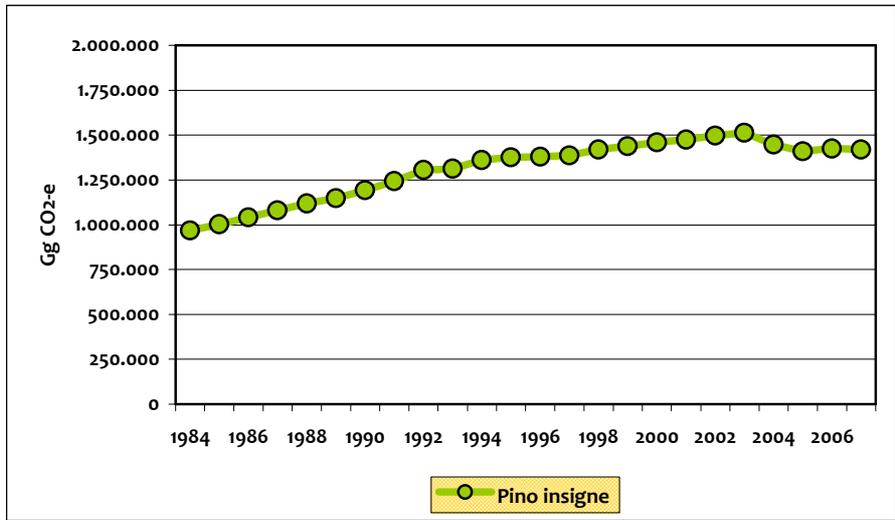


Figura 6.21. Superficie acumulada de pino insigne (ha), por año

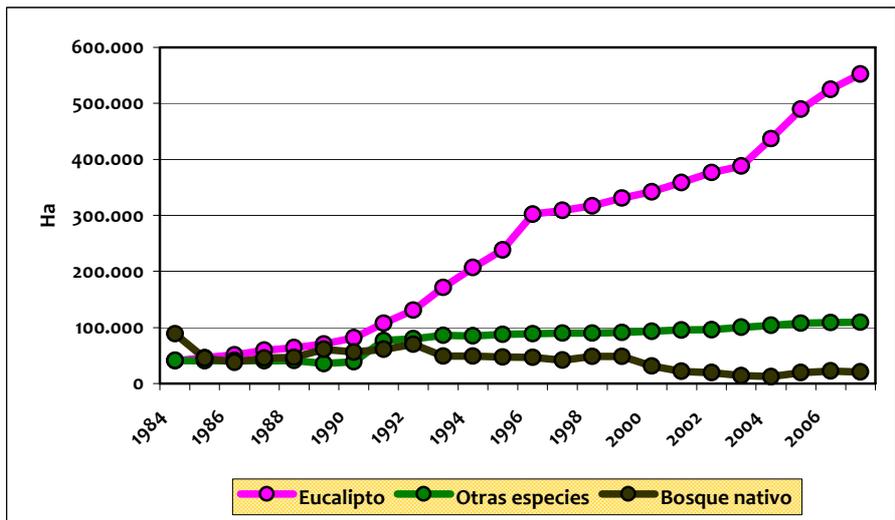


Figura 6.22. Superficie acumulada de eucalipto, bosque nativo manejado y otras especies forestales (ha), por año

La Figura 6.23 muestra que en el ítem “Cosecha forestal”, la especie con mayor influencia en las emisiones de dióxido de carbono es el pino insigne, especie que aporta el 55% del total emitido; lo sigue el eucalipto con 23%, especies nativas con 21% y otras especies exóticas con 0,7%. La Figura 6.24 muestra que la cosecha de trozas forestales (miles de m³) ha experimentado un fuerte incremento, especialmente en pino insigne.

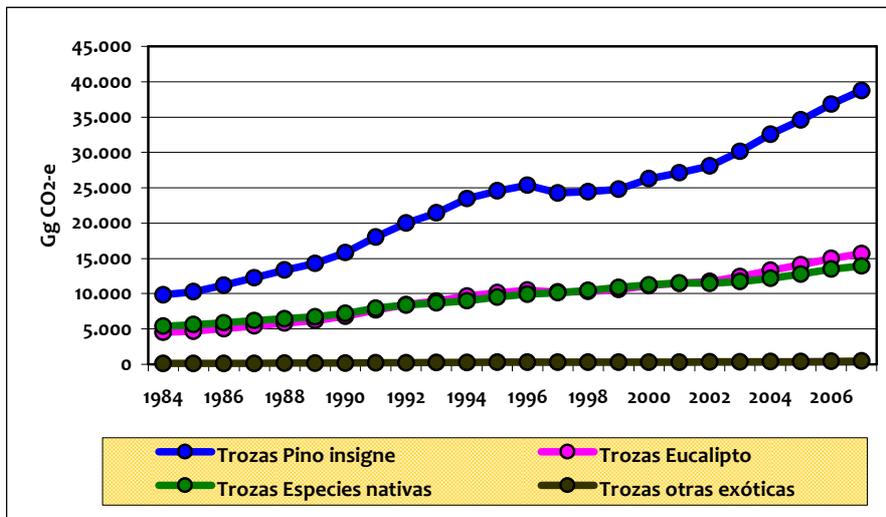


Figura 6.23. Emisiones de C atmosférico de las principales especies forestales del ítem “Cosecha forestal”, por año

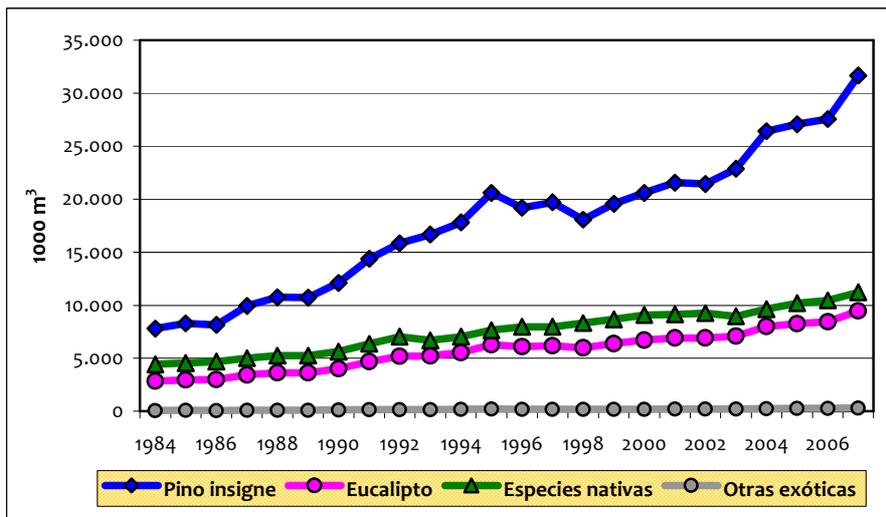


Figura 6.24. Cosecha de trozas industriales (miles m³)

Otros de los ítems que influyen en las emisiones y capturas del sector, son las superficies de plantaciones forestales, bosque nativo, y praderas y matorrales afectadas por incendios. La Figura 6.25 muestra la superficie afectada desde el año 1984 al año 2007. En general, la mayor superficie afectada son las praderas y matorrales. El Cuadro 6.5, además de presentar la superficie afectada por incendios, muestra las emisiones de CO₂-e en cada ítem, cabe señalar que para praderas y matorrales, sólo son considerados las emisiones de metano y óxido nítrico.

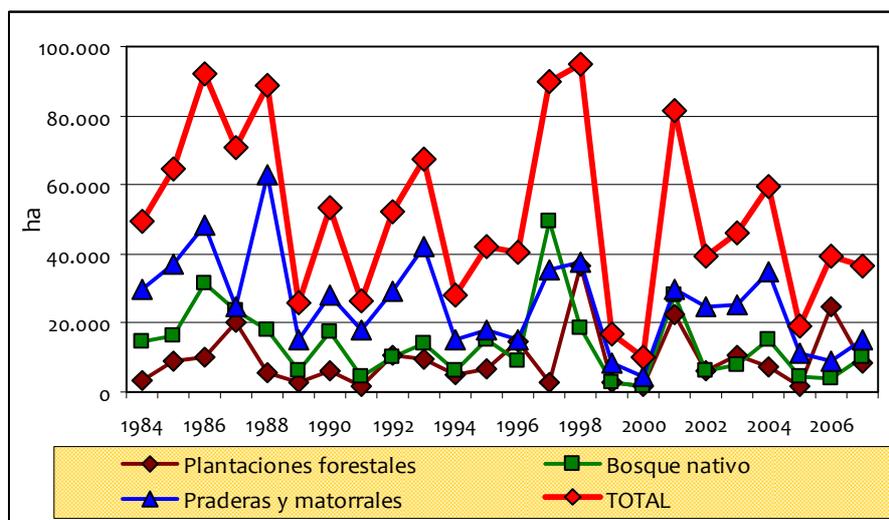


Figura 6.25. Superficie de plantaciones forestales, bosque nativo, y praderas y matorrales (ha) afectada por incendios, serie temporal 1984/2007

Cuadro 6.5. Superficie (ha) y emisiones (Gg) de CO₂-e producto de incendios

Año	Plantaciones forestales		Bosque nativo		Praderas y matorrales		Total	
	ha	Gg CO ₂ -e	ha	Gg CO ₂ -e	ha	Gg CO ₂ -e	ha	Gg CO ₂ -e
1984	3.346	1.332	14.336	4.391	29.890	29	47.572	5.752
1985	9.258	1.620	16.408	5.330	37.004	28	62.670	6.979
1986	10.184	2.883	31.650	6.388	48.178	27	90.012	9.298
1987	20.349	2.618	23.810	6.174	24.576	34	68.735	8.826
1988	5.503	2.042	18.242	3.746	62.862	25	86.607	5.813
1989	2.559	991	6.282	3.052	15.112	26	23.953	4.069
1990	5.941	736	17.250	2.362	28.015	15	51.206	3.113
1991	1.866	1.304	4.458	2.513	17.901	19	24.225	3.835
1992	10.430	1.510	10.372	1.861	29.178	22	49.980	3.393
1993	9.533	1.747	13.831	2.017	42.242	21	65.606	3.785
1994	5.238	1.455	6.025	2.817	14.911	19	26.174	4.291
1995	6.500	1.864	15.391	2.725	18.190	12	40.081	4.600
1996	14.595	1.714	9.129	6.847	14.914	17	38.638	8.578
1997	2.966	3.933	49.232	6.723	35.499	22	87.697	10.677
1998	36.509	3.098	18.760	6.253	37.721	20	92.990	9.371
1999	3.088	3.005	2.904	1.820	8.702	13	14.694	4.837
2000	1.595	1.978	1.588	3.165	4.741	11	7.924	5.153
2001	22.242	2.151	27.950	3.309	29.528	15	79.720	5.475
2002	6.001	2.752	6.177	3.694	24.887	20	37.065	6.466
2003	10.806	1.643	7.861	2.162	25.513	21	44.180	3.827
2004	7.470	1.372	15.149	2.125	34.805	18	57.424	3.515
2005	1.801	2.440	4.238	1.918	11.327	14	17.366	4.371
2006	24.800	2.481	4.027	1.662	8.772	9	37.599	4.151
2007	8.514	2.925	10.329	2.187	15.436	20	34.279	5.132

La Figura 6.26, muestra la superficie afectada por región, en el año 2007, destacan 5.000 ha de praderas y matorrales afectadas por incendios en la VI Región.

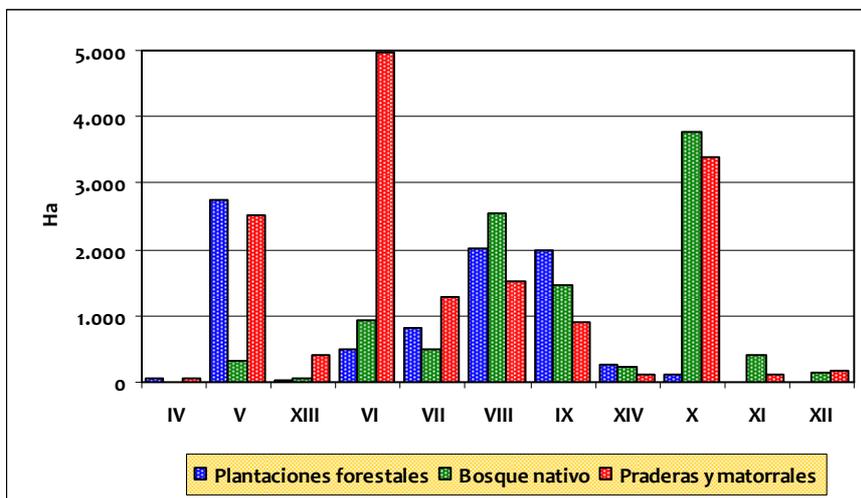


Figura 6.26. Superficie de plantaciones forestales, bosque nativo, y praderas y matorrales (ha) afectada por incendios, por región administrativa, año 2007

6.4.4. Principales cambios en el uso del suelo

Los cambios de uso de los suelos que influyen en las principales categorías emisoras y capturas de CO₂-e, son las descritas a continuación. Cabe recordar que la región XV, I, II, III, IV, VII, XI carecen de información, por lo que aparecen sin datos de cambio de uso de los suelos.

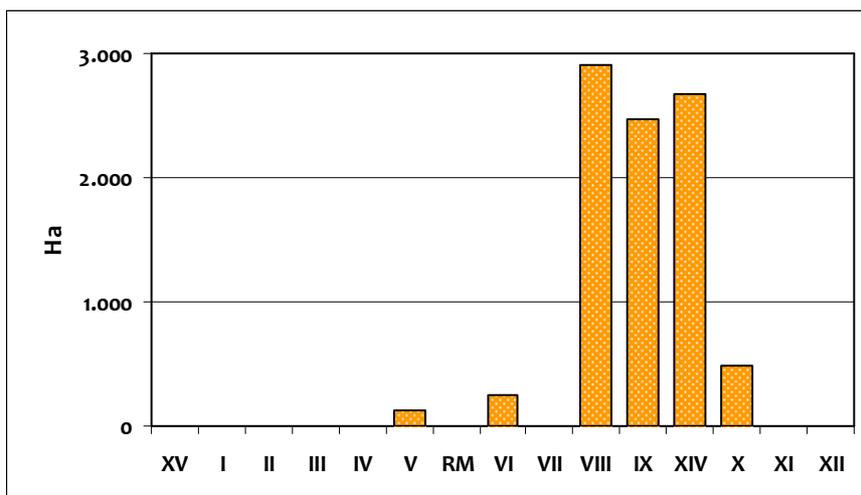


Figura 6.27. Substitución. Superficie de bosque nativo (ha) por plantaciones forestales, por región administrativa, año 2007

La Figura 6.27 muestra la superficie de bosque nativo substituida por plantaciones forestales, donde las principales superficies substituidas están en la VIII, XIV y IX regiones.

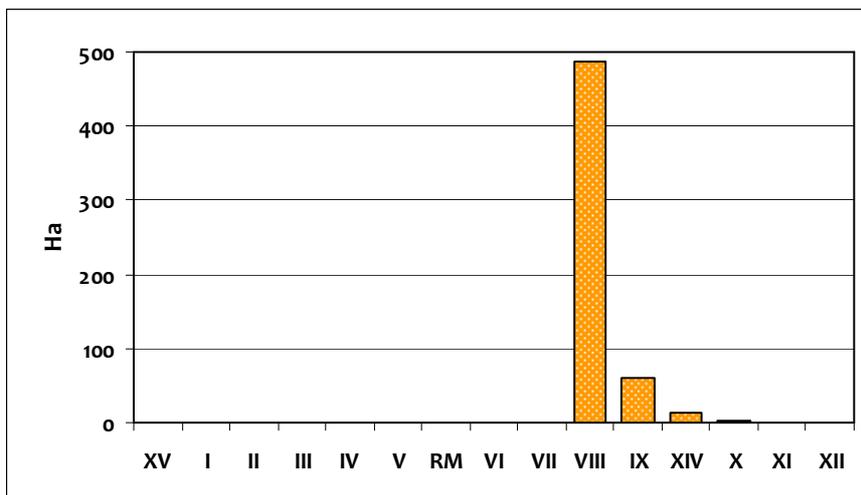


Figura 6.28. Restitución. Superficie de plantaciones forestales (ha) restituidas a bosque nativo, por región administrativa, año 2007

La Figura 6.28 muestra la superficie de bosque nativo restituida desde plantaciones forestales, donde las principales superficies en restitución se encuentran en la VIII Región.

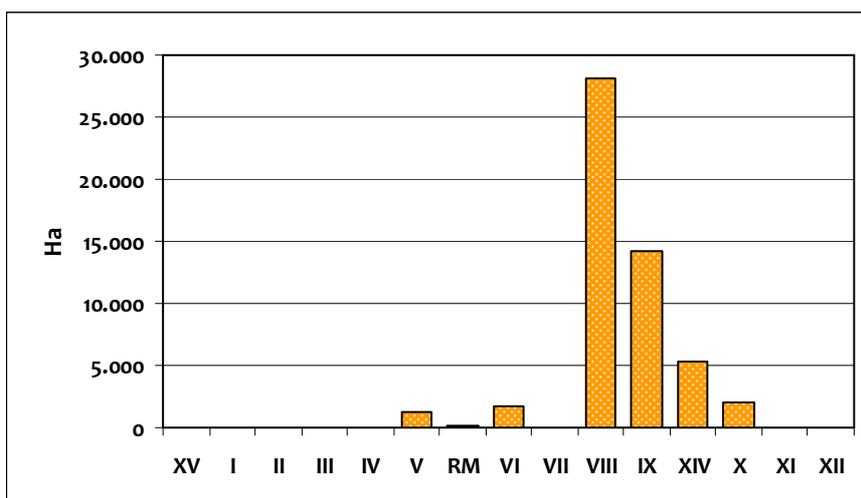


Figura 6.29. Forestación. Superficie de suelos en otros usos²² (ha) que pasan a plantaciones forestales, por región administrativa, año 2007

La Figura 6.29 muestra la superficie de suelos en otros usos que pasan a plantaciones forestales (forestación). Las principales superficies forestadas se encuentran en la VIII, IX y XIV regiones.

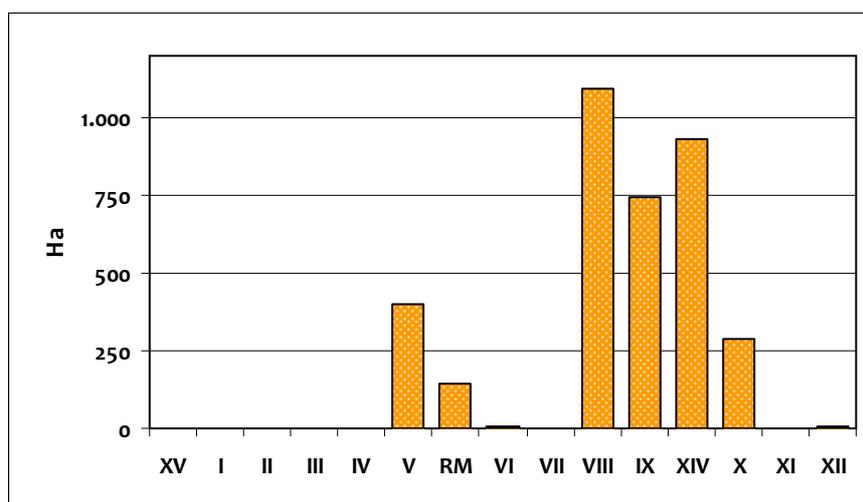


Figura 6.30. Abandono. Superficie de suelos en otros usos²³ (ha) que pasan a bosque nativo, por región administrativa, año 2007

La Figura 6.30 muestra la superficie de suelos en otros usos que pasan a bosque nativo (abandono). Las principales superficies abandonadas se encuentran en la VIII, XIV, IX y V regiones.

²² praderas y matorrales, suelos agrícolas, suelos urbanos, humedales y suelos desnudos

²³ praderas y matorrales, suelos agrícolas, suelos urbanos, humedales y suelos desnudos

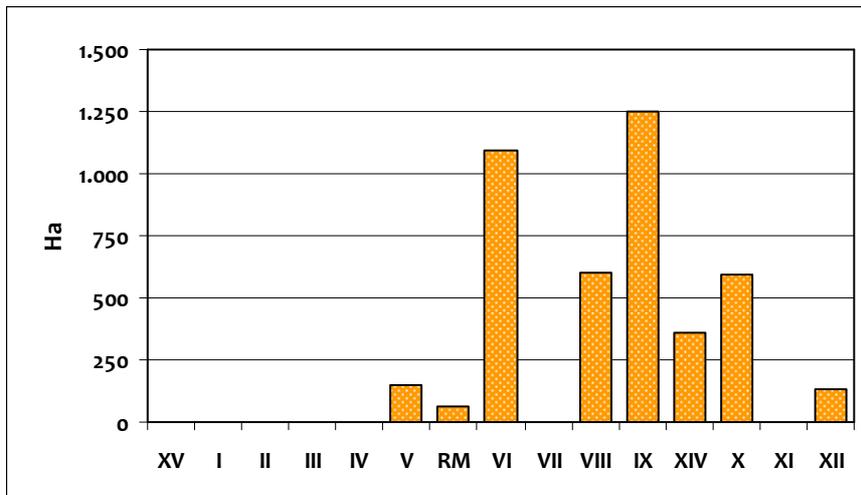


Figura 6.31. Habilitación. Superficie de bosque nativo (ha) que pasan suelos agrícolas y praderas y matorrales, por región administrativa, año 2007

La Figura 6.31 muestra la superficie de bosque nativo que pasa a suelos agrícolas y praderas y matorrales (habilitación). Las principales superficies habilitadas se encuentran en la IX y VI, VIII y X regiones.

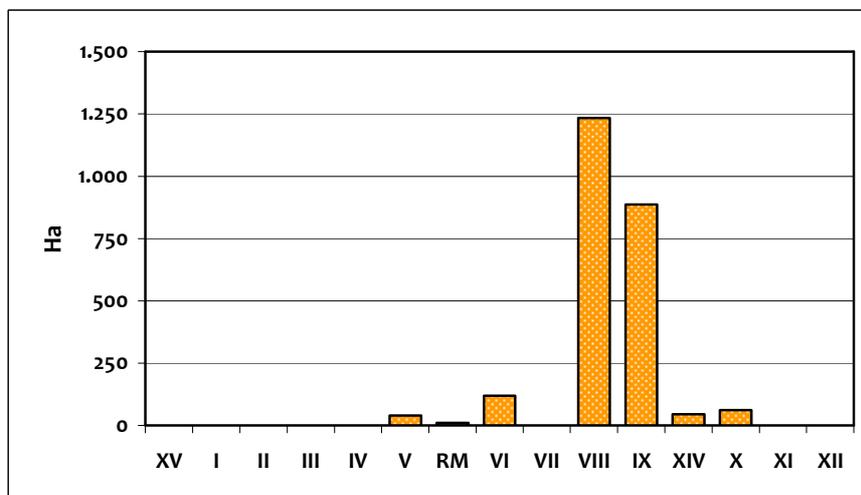


Figura 6.32. Desplantación. Superficie de plantaciones (ha) que pasan suelos agrícolas y praderas y matorrales, por región administrativa, año 2007

La Figura 6.32 muestra la superficie de plantaciones forestales que pasa a suelos agrícolas y praderas y matorrales (desplantación). Las principales superficies desplantadas se encuentran en la VIII y IX regiones.

6.5. Sector Residuos antrópicos

Las emisiones de CO₂-e en el sector “Residuos antrópicos” (Figura 6.33) indica que, la categoría de “Residuos sólidos urbanos” (RSU) es la categoría que aporta entre un 95-98% de las emisiones totales, debido al manejo de los RSU en Chile.

El comportamiento de la curva en este sector se puede explicar por el cambio de tecnología en el tratamiento de RSU, debido a que desde el año 1984 hasta el año 1990, el 100% de los RSU no se trataban o el sistema de tratamiento utilizado corresponde a sistemas de tratamientos no controlados, prácticamente sin recuperación de metano; desde el año 1991 hasta el año 1996 hubo implementación de vertederos de RSU que son sistemas de tratamientos semi anaeróbicos, con un porcentaje de recuperación de metano de aproximadamente el 50%, lo que provocó una disminución de las emisiones de metano, y desde el año 1996 hasta la fecha, se aplicó la implementación de rellenos sanitarios como tratamiento de RSU, que involucran un aumento de las emisiones de metano debido a que este tipo de tecnología corresponden a sistemas anaeróbicos, que si bien generan un aumento en el porcentaje de recuperación de metano (≈75%), también provocan un acrecimiento considerable en la emisión de este gas.

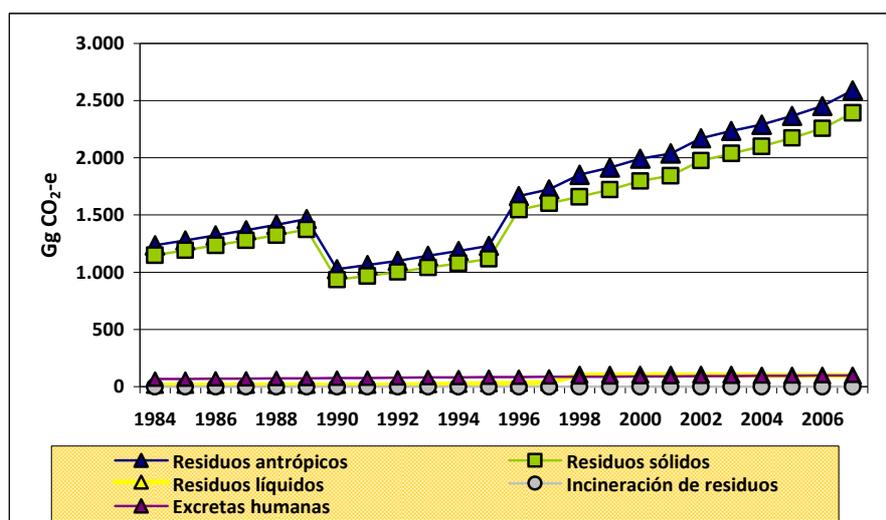


Figura 6.33. Emisión de GEI, sector “Residuos antrópicos”

La serie temporal 1984/2006 muestra que existe una tendencia al aumento de emisiones por este sector, esto se debe exclusivamente a que las emisiones por tratamiento de RSU dependen de los RSU generados, que obedecen directamente de la población urbana saneada por recolección de RSU y que crecen exponencialmente año a año.

6.5.1. Residuos sólidos urbanos

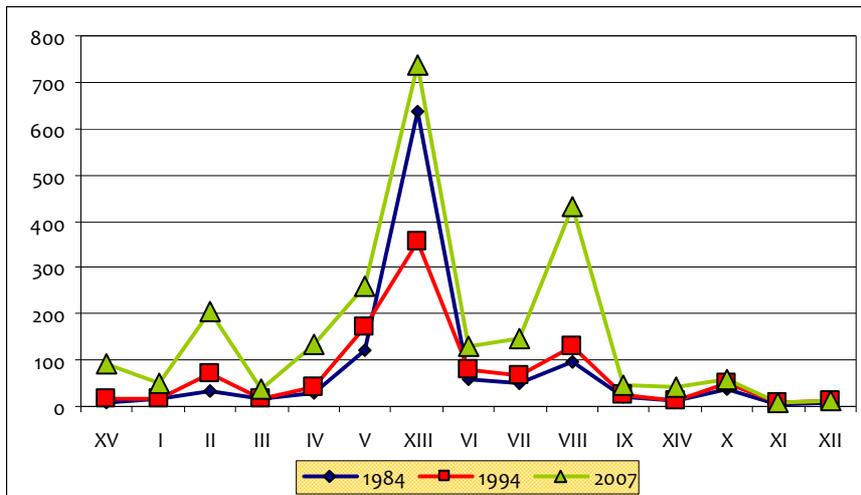


Figura 6.34. Emisión de CH₄, categoría “Residuos urbanos”, desagregada por región administrativa y por año

Las diferencias por región presentadas en la Figura 6.34 señalan que las regiones con mayor densidad poblacional, son las regiones con mayor emisión de CO₂-e por lo explicado anteriormente, además indica que la diferencia entre las emisiones de 1984, 1994 y 2007 corresponden a los cambios de tecnologías en el manejo y tratamiento de RSU.

La XIII Región, es la región con mayor emisión de metano (presentado como CO₂-e) debido a la densidad poblacional y a que el 100% sus RSU son tratados en rellenos sanitarios. Los aumentos de emisiones de CO₂-e en las regiones II y VIII se deben principalmente, a la implementación de rellenos sanitarios en estas regiones, generando un aumento de estas emisiones.

6.5.2. Residuos líquidos, incineración de residuos hospitalarios y emisiones de óxido nitroso por excretas humanas

La Figura 6.35 muestra las categorías con emisiones menores en el sector de Residuos antrópicos, los cuales se comportan de la siguiente forma:

- Residuos líquidos: las emisiones de esta categoría se dividen en tres etapas:
 - 1984/1990: factores por defecto PICC, debido a que en este período no existe información de tratamientos de aguas servidas y RILes,
 - 1991: se incluyó información de tratamientos de aguas servidas proporcionados por SISS en forma anual, y
 - 1998: se incluyó tratamiento de RILes proporcionado por la Actualización del Catastro de RILes 1998 y una actualización de información de RILes para XIII en el año 2004.

Las emisiones desde 1998 hasta el 2004 son constantes debido exclusivamente a que no existe información anual de tratamiento de RILes, a diferencia de las aguas servidas, por lo tanto, el caudal de RILes y lodos tratados se consideraron constantes en toda la serie temporal,

- incineración de residuos hospitalarios: las emisiones procedentes de esta categoría son las menores de este sector, debido principalmente a que la masa incinerada es muy pequeña, y
- emisión de óxido nitroso por excretas humanas: la emisión de $\text{CO}_2\text{-e}$ por esta categoría se debe exclusivamente a la población urbana existente, a medida que aumenta la población, aumentarán las emisiones de óxido nitroso.

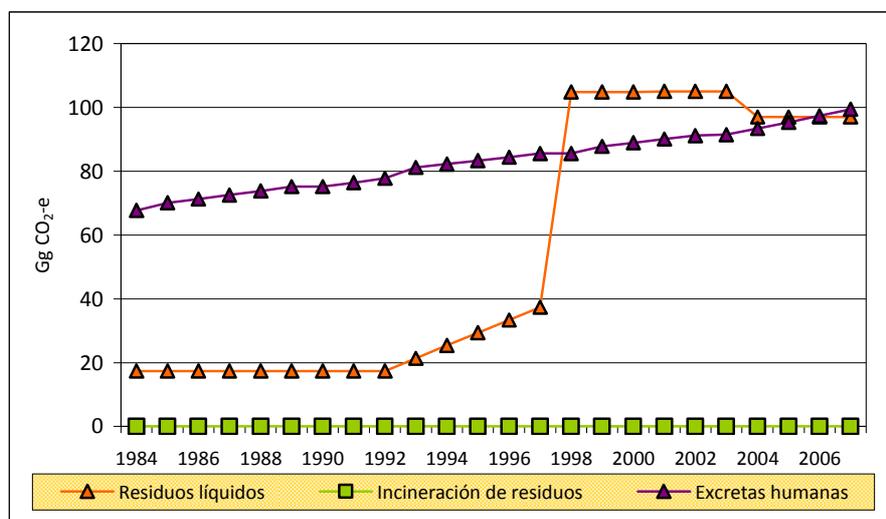


Figura 6.35. Emisión de CH_4 en las categorías “Residuos líquidos”, “Incineración de residuos hospitalarios” y “Emisiones de óxido nitroso por excretas humanas”, por año

7. GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

7.1. Introducción

Hasta el ejercicio anterior, no se incluyó la incertidumbre en la elaboración de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. La gestión de la incertidumbre exige definir algunos temas relevantes, a saber:

- bases conceptuales de la incertidumbre,
- terminologías relacionadas con el tema,
- fuentes de información,
- procedimientos y formas de estimación de la incertidumbre asociadas a datos de actividad y factores de emisión, usados en las diferentes categorías del inventario.

7.2. Conceptos principales y terminología

Las definiciones asociadas a un análisis de incertidumbre incluyen las de incertidumbre, exactitud, precisión y variabilidad. Las definiciones estadísticas, que se deben utilizar para evitar confusiones acerca de qué se cuantifica y qué se declara, se expresan a continuación:

- **errores aleatorios:** variación aleatoria por encima o por debajo de un valor medio. Comúnmente, se cuantifica respecto de un valor medio, pero este puede ser sesgado o insesgado; de esta forma, el error aleatorio es un concepto definido en comparación con un error sistemático,
- **error sistemático:** otro término que denota sesgo y hace referencia a la falta de exactitud,
- **exactitud:** acuerdo entre el valor real y el promedio de observaciones o estimaciones medidas reiteradas de una variable,
- **función de densidad de probabilidad (FDP):** describe el rango y la probabilidad de valores posibles. Se puede utilizar la FDP para describir la incertidumbre de la estimación de una cantidad que es una constante cuyo valor no se conoce con exactitud o se la puede utilizar para describir la variabilidad inherente. El objetivo del análisis de incertidumbre para el inventario de emisiones es cuantificar la incertidumbre del valor fijo desconocido del total de emisiones, así como las emisiones y la actividad relativa a las categorías específicas,
- **incertidumbre:** falta de conocimiento del valor verdadero de una variable que puede describirse como una función de densidad de probabilidad (FDP) que caracteriza el rango y la probabilidad de los valores posibles. La incertidumbre depende del nivel de conocimiento del analista, el cual, a su vez, depende de la calidad y la cantidad de datos aplicables, así como del conocimiento de los procesos subyacentes y de los métodos de inferencia,
- **intervalo de confianza:** el valor real de la cantidad por la cual se debe estimar el intervalo es una constante fija pero desconocida, como ser el total de emisiones anuales para un país

dado en un año en particular. El intervalo de confianza es el rango que comprende el valor real de esta cantidad fija desconocida con una confianza especificada (probabilidad). Típicamente, se utiliza un intervalo de confianza del 95 por ciento en los inventarios de gases de efecto invernadero,

- **precisión:** acuerdo entre mediciones reiteradas de la misma variable. Mayor precisión significa menor error aleatorio. La precisión es independiente de la exactitud, y
- **sesgo:** falta de exactitud. El sesgo (error sistemático) puede producirse debido a una falla en la captura de todos los procesos pertinentes incluidos, a que los datos disponibles no sean representativos de todas las situaciones reales o a un error de los instrumentos.

7.3. Bases conceptuales del análisis de incertidumbre

Las bases conceptuales del análisis de la incertidumbre se establecen en:

- los requerimientos del análisis de incertidumbre,
- los procedimientos y parámetros necesarios para determinar la incertidumbre,
- la información disponible país de los parámetros estadísticos de datos de actividad y factores de emisión, utilizados en la elaboración de los inventarios, y
- el nivel (1 ó 2) de información para la elaboración de la incertidumbre.

Los siguientes puntos constituyen formas de elaboración de la incertidumbre, requerimientos e información necesaria país para la determinación de ésta.

7.3.1. Requerimientos para el análisis de la incertidumbre de los inventarios

Los requerimientos de cada categoría del inventario son:

- a) un método para determinar las incertidumbres,
- b) un método para totalizar las incertidumbres,
- c) un método para determinar la importancia de las diferencias de año a año y de las tendencias a largo plazo de los inventarios, tomando en cuenta la información sobre las incertidumbres,
- d) la comprensión de los posibles usos de esa información, entre ellas la identificación de áreas que requieren más investigación y observaciones, y la cuantificación de la importancia de los cambios que ocurren año a año y a largo plazo en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, y
- e) la conciencia de que pueden existir otras incertidumbres, tales como las que surgen de definiciones inexactas que no se pueden tratar por medios estadísticos.

7.3.2. Procedimientos y parámetros estadísticos específicos para determinar la incertidumbre

Este punto informa de cuales son los requerimientos en información estadística y procedimientos básicos para determinar la incertidumbre asociada a los datos de actividad y factores de emisión de cada categoría de los inventarios.

Primero, el procedimiento de estimación de incertidumbre en los inventarios GEI se basa en ciertas características de la variable de interés, cantidad parámetros estadísticos estimados a partir de su correspondiente conjunto de datos. La información ideal de estos parámetros comprende:

- la media aritmética del conjunto de datos,
- la desviación estándar del conjunto de datos,
- la desviación estándar de la media,
- la distribución de probabilidad de los datos, y
- las covarianzas de la cantidad de entrada con otras cantidades de entrada empleadas en los cálculos del inventario.

El PICC, en su publicación del 2000 sobre buenas prácticas, señala que *“Un aspecto importante del análisis de incertidumbre tiene que ver con los modos de expresar las incertidumbres relacionadas con las estimaciones individuales o con todo el inventario. En las Directrices del PICC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996, se especifica lo siguiente: “Cuando existe suficiente información para definir la distribución de probabilidad en que se basa el análisis estadístico convencional, se debe calcular un intervalo de confianza de 95% como definición del rango. Los rangos de la incertidumbre se pueden estimar por medio de un análisis clásico o con la técnica de Monte Carlo. De otro modo, el rango deberá ser estimado por expertos nacionales”.*

7.4. Evaluación, registro y propagación de incertidumbres en los inventarios

7.4.1. Determinación y registro de incertidumbres en los datos de entrada

La medida de cada cantidad física que constituye un dato de entrada en los algoritmos de inventarios trae una cierta incertidumbre. En algunos casos, la incertidumbre es insignificante a efectos del inventario, pero en casi todos los otros casos, la incertidumbre requiere evaluación.

La buena práctica en la estimación de incertidumbres de los datos de entrada para inventarios se basa en varios principios. Lo ideal es tener cientos de mediciones de la cantidad de entrada y poder estimar los intervalos de confianza por métodos estadísticos clásicos. Sin embargo, en la mayoría de los casos no se dispone de datos o éstos son escasos. Según la situación, se pueden utilizar cuatro tipos de información en proporción variable:

- mediciones disponibles de los FFEE o datos de actividad,
- información sobre los valores extremos de los FFEE y datos de actividad,
- información sobre los procesos subyacentes que regulan los FFEE y datos de actividad y su varianza, y
- el dictamen de expertos.

La recopilación y el registro de información sobre la incertidumbre de los datos de entrada son fundamentales para el éxito y la transparencia del análisis de incertidumbre.

7.4.2. El dictamen de expertos

Cuando no se pueden obtener datos fiables o los datos del inventario no proporcionan suficiente información estadística, puede ser necesario recurrir a la opinión de expertos acerca de la naturaleza y propiedades de los datos de entrada. Es posible que los expertos prefieran indicar niveles relativos de incertidumbre u otras informaciones cualitativas en vez de dar información cuantitativa sobre la incertidumbre y calidad de los datos.

7.4.3. Causas de la incertidumbre

Las estimaciones del inventario de emisiones y absorciones difieren del valor real subyacente por muchos motivos. Algunas causas de incertidumbre (p. ej. el error de muestreo o las limitaciones acerca de la exactitud de los instrumentos) pueden generar estimaciones bien definidas y fácilmente caracterizables del rango de la incertidumbre potencial. Otras causas de incertidumbre (p. ej. el sesgo) pueden ser mucho más difíciles de identificar y cuantificar.

Una buena práctica es justificar, todas las causas de incertidumbre en un análisis de incertidumbre y documentar de forma clara si no se incluyeron algunas causas.

Al elaborar el inventario se debe tomar en cuenta ocho causas amplias de incertidumbre:

1. *Falta de exhaustividad*: es un caso en el que la medición u otros datos no están disponibles porque el proceso aún no se reconoce o porque todavía no existe un método de medición.
2. *Modelo*: los modelos pueden ser tan simples como un multiplicador constante (p. ej. un factor de emisión) y aumentar en complejidad, como en el caso de los modelos de procesos complicados. Los modelos son una simplificación de los sistemas reales y, en consecuencia, no son exactos. Por ejemplo:
 - La interpolación es la aplicación de un modelo dentro de un rango de entradas para las cuales se considera que el modelo es válido. Sin embargo, en algunos casos, puede producirse una «extrapolación oculta» cuando se evalúa el modelo sobre la base de las combinaciones de valores de sus entradas para las cuales no se realizó la validación (Cullen y Frey, 1999).
 - La extrapolación (aplicación del modelo más allá del dominio para el cual se sabe que las predicciones del modelo son válidas) puede llevar a la incertidumbre. Las formulaciones alternativas del modelo pueden arrojar diferentes estimaciones; y las entradas del modelo, incluidos los datos de la actividad y los parámetros, suelen ser aproximadas sobre la base de la información limitada que crea incertidumbres adicionales.
3. *Falta de datos*: en algunas situaciones, es posible que sencillamente aún no haya datos disponibles que serían necesarios para caracterizar una emisión o absorción en particular. En tales casos, un método común es utilizar datos sustitutos para las categorías análogas o similares, o recurrir a la interpolación o extrapolación como base para efectuar estimaciones.
4. *Falta de representatividad de los datos*: esta fuente de incertidumbre se asocia con la falta de correspondencia completa entre las condiciones vinculadas a los datos disponibles y las condiciones vinculadas a las emisiones/absorciones o a la actividad real.

Por ejemplo, puede haber disponibles datos de emisiones para aquellas situaciones en las cuales una planta trabaja a carga completa pero no para las situaciones que incluyen puesta en marcha o cambios de cargas.

5. *Error de muestreo aleatorio estadístico*: esta fuente de incertidumbre se encuentra asociada con datos que son una muestra aleatoria de tamaño finito y suele depender de la varianza de la población de la cual se extrae la muestra y del tamaño de la muestra en sí (cantidad de puntos de datos).
6. *Error de medición*: el error de medición, que puede ser aleatorio o sistemático, es el resultado de los errores producidos en las etapas de medir, registrar y transmitir la información; la resolución finita de los instrumentos; los valores inexactos de los parámetros de medición y de los materiales de referencia.
7. *Generación de informes o clasificación errónea*: en este caso, la incertidumbre puede deberse a una definición incompleta, poco clara o errónea de una emisión o absorción. Esta causa de incertidumbre suele traducirse en sesgo.
8. *Datos faltantes*: puede haber incertidumbres en los casos en los que se intentó efectuar las mediciones, pero no había ningún valor. Un ejemplo de este caso son las mediciones que se encuentran por debajo de un límite de detección.

7.5. Cuantificación de la incertidumbre

Las estimaciones de la incertidumbre son un elemento esencial de un inventario de emisiones completo. La información sobre la incertidumbre no está orientada a cuestionar la validez de las estimaciones de inventarios, sino a ayudar a priorizar los esfuerzos por mejorar la exactitud de los inventarios en el futuro y orientar las decisiones sobre elección de la metodología.

7.5.1. Identificación de la incertidumbre

A. Incertidumbre asociada a factores de emisión

La incertidumbre estimada de las emisiones procedentes de fuentes individuales (p. ej. plantas generadoras, vehículos automotores, ganado bovino) es una función de las características del instrumento, la calibración y la frecuencia de muestreo de las mediciones directas, o bien (lo cual es más frecuente) una combinación de las incertidumbres en los factores de emisión para ciertas fuentes típicas y los correspondientes datos de actividad.

Las incertidumbres en los factores de emisión y en los datos de actividad deberían describirse usando las funciones de densidad de probabilidad. Cuando se cuenta con datos para hacerlo, la forma de la función de densidad de probabilidad debería determinarse empíricamente. De lo contrario, será necesario el dictamen de expertos.

Las incertidumbres asociadas con los factores de emisión extraídos de referencias publicadas, cuando no se cuenta con datos específicos país serán generalmente, estimaciones de emisiones usando factores de emisión extraídos de referencias coherentes con las *Directrices del PICC* y las *orientaciones de buenas prácticas* específicas para distintas categorías de fuentes.

B. Incertidumbres asociadas con los datos de actividad

Los datos de actividad suelen estar vinculados más estrechamente a la actividad económica que los factores de emisión. Suele haber incentivos de precios y requisitos fiscales bien establecidos para lograr una contabilidad exacta de la actividad económica. Los datos de actividad tienden, por lo tanto, a mostrar menores incertidumbres y menor correlación entre distintos años. Los datos de actividad suelen ser recopilados y publicados regularmente por los organismos nacionales de estadísticas. Es posible que esos organismos ya hayan evaluado las incertidumbres asociadas con sus datos, como parte de sus procedimientos de recopilación de datos. Esas incertidumbres pueden usarse para construir funciones de densidad de probabilidad. No es forzoso que esa información haya sido publicada, de modo que es una *buena práctica* comunicarse directamente con los organismos de estadísticas.

C. Dictamen de expertos

A falta de datos empíricos, será necesario basar en dictámenes de expertos las estimaciones de la incertidumbre en los factores de emisión o las mediciones directas de las emisiones. Las estimaciones de la incertidumbre en los datos de actividad se basarán a menudo en dictámenes de expertos.

Siempre que sea posible, el dictamen de expertos con respecto a la incertidumbre debería obtenerse usando un protocolo apropiado. Una vez identificados los expertos, deberían diseñarse protocolos de solicitud de dictamen para superar los sesgos que pueden introducir las reglas empíricas que usan los expertos al formular juicios acerca de la incertidumbre.

7.5.2. Comparación entre niveles y elección del método

A continuación, se indican dos métodos para el análisis de incertidumbre en los datos de actividad y FFEE.

Método nivel 1: utiliza una estimación de incertidumbres por categoría, calculadas con la ecuación de propagación de errores (Directrices PICC, 1996), y combinación simple de incertidumbres por categoría, para estimar la incertidumbre general para un año del inventario y la incertidumbre de la tendencia de la serie temporal.

Método nivel 2: utiliza una estimación de incertidumbres por categoría para los datos e actividad y FFEE usando con el análisis de Monte Carlo, seguido por la utilización de las técnicas de Monte Carlo para estimar la incertidumbre general para un año del inventario y la incertidumbre de la tendencia de la serie temporal.

Las hipótesis de los métodos nivel 1 y nivel 2, son las siguientes:

- En el método nivel 1, se puede propagar la incertidumbre de las emisiones o absorciones a partir de las incertidumbres de los datos de la actividad, el factor de emisión y otros parámetros de estimación, a través de la ecuación de propagación del error. Si hay correlaciones, se la puede incluir de forma explícita o se pueden agregar datos a un nivel

adecuado, de forma tal que las correlaciones sean menos importantes. Teóricamente, el método nivel 1 también exige que la desviación estándar dividida por el valor medio sea inferior a 0,3. En la práctica, no obstante, el método arroja resultados aunque no se cumpla estrictamente este criterio y subsistan algunas correlaciones. El método nivel 1 presupone que los rangos relativos de incertidumbre de los factores de emisión y actividad son iguales en el año de base y en el año t . Esta hipótesis suele ser correcta o aproximadamente correcta. Si no se aplica ninguna de las hipótesis principales del método nivel 1.

- Según el método nivel 2, se pueden relajar las hipótesis de simplificación necesarias para el método nivel 1. De esta forma, las técnicas estadísticas numéricas, en particular la de Monte Carlo, puesto que se las puede aplicar de forma general, y que son más adecuadas que el método nivel 1 para estimar la incertidumbre de las emisiones/absorciones (a partir de las incertidumbres de las medidas de la actividad y los parámetros de estimación/factores de emisión) cuando:
 - a) las incertidumbres son grandes,
 - b) su distribución no es Gaussiana,
 - c) los algoritmos son funciones complejas,
 - d) se producen correlaciones entre algunos de los conjuntos de datos de la actividad, los factores de emisión, o ambos, y
 - e) las incertidumbres son diferentes para los diferentes años del inventario.

El empleo del nivel 1 o del nivel 2 para el desarrollo de la estimación de la incertidumbre, brindará una idea mucho más clara que la que se tenía acerca del modo en que cada categoría individual de fuentes y cada gas de efecto invernadero contribuye a la incertidumbre en las emisiones totales en cualquier año y a la tendencia en las emisiones totales en distintos años.

El método de nivel 1, por basarse en una hoja de cálculo, es muy fácil de aplicar y no representaría un esfuerzo adicional para un organismo encargado del inventario, y emprender el nivel 2 requiere que todos los organismos encargados de los inventarios con suficientes recursos y competencia para generar un nivel 2.

7.6. Alcances en la determinación de incertidumbre, inventario GEI, total país

La determinación de la incertidumbre país, necesita una serie de fuentes de información con respecto a la incertidumbre, que actualmente, no es generada por ninguna de las fuentes oficiales de información para las diferentes categorías del sector energía y no energía del inventario GEI.

Por ejemplo; en el sector no energía, la falta de información trae como consecuencia una estimación pobre de incertidumbre, donde sólo se hace referencia a la incertidumbre asociada a los factores de emisión por defecto, estipuladas en el PICC, y determinadas por método nivel 1, ecuación de propagación simple para la incertidumbre del producto, (Cuadro 7.1.).

$$U_{\text{total}} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Cuadro 7.1. Ecuación simple para la incertidumbre del producto, expresada en términos porcentuales

donde:

U total es la incertidumbre porcentual en el producto de las cantidades (la mitad del intervalo de confianza de 95% dividida por el total y expresada como porcentaje); U_i son las incertidumbres porcentuales asociadas con cada una de las cantidades y parámetros asociados a los factores de emisión por defecto.

La falta de estimación de incertidumbre de los datos de actividad informados por diversas fuentes oficiales, se detallan a continuación:

- Instituto Nacional de Estadísticas (INE): proporciona datos de actividad de población de Ganado por región/país, por especies: ganado bovino, porcino, equino, caprino, ovino, camélidos, y existencia de aves, cultivos de hortalizas, frutales, cultivos anuales, forrajeras y praderas, producción de cerveza, bebidas alcohólicas, vinos, azúcares, margarina y grasas sólidas, pan y pienso para animales, información entregada en forma anual, y que no cuentan con estimación de error o incertidumbre asociada.
- La segunda fuente de información es la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), la cual entrega información sobre consumo de fertilizantes nitrogenados, datos de actividad que tampoco tienen información de error o incertidumbre asociada, este dato de actividad es utilizado en la categoría de suelos agrícolas del inventario.
- Instituto Forestal (INFOR): superficies forestales, superficie de especies nativas, volúmenes de madera, superficie de incendios forestales, pulpa y papel, información entregada en forma anual, pero no cuenta con error o incertidumbre asociada.
- Corporación Nacional Forestal (CONAF): usos de suelo, superficies de uso de suelo y cambios de uso de suelo datos de actividad utilizados en las categorías; cambio de la provisión de biomasa forestal y otros recursos leñosos, conversión de las tierras forestales, abandono de suelos cultivados. Ambas fuentes no presentan en sus informes anuales (INFOR) y catastros de bosques nativos y sus actualizaciones (CONAF), información sobre error de datos de actividad y porcentajes de incertidumbre asociados a estos datos de actividad.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA): información sobre cantidad de residuos sólidos urbanos (RSU), y cantidad de RSU por tipo de disposición final RSU (vertedero no controlado, vertedero controlado y relleno sanitario). Estos datos de actividad se aplican a la categoría residuos antrópicos del inventario, y tiene falencias en que no existe información para todos los años del inventario, en la composición de RSU, tampoco existe actualización de información y los datos de actividad no muestran estimación de incertidumbre o error asociado. También informa de datos de actividad para la categoría de incineración de residuos hospitalarios, que fueron proporcionados por el catastro de residuos no domiciliarios, del año 1998. Hasta la fecha no se cuenta con información más actualizada, por

lo que genera un déficit de datos de actividad, además de no contar con error asociado y porcentaje de incertidumbre para esta información.

- Superintendencia de Servicio Sanitario (SISS): los informes anuales de la SISS, muestran información de aguas servidas, aguas servidas tratadas, población saneada con servicio de alcantarillado y tipo de plantas de tratamientos de aguas servidas por región. Toda esta información se encuentra disponible en forma anual, por lo que la categoría de residuos líquidos, específicamente la subcategoría de tratamiento de aguas servidas y lodos domésticos, a partir del año 1990, cuenta con información actualizada de estos datos de actividad. En cuanto a error asociado y porcentaje de incertidumbre no existe información publicada en estos informes.
- Superintendencia de Servicio Sanitario (SISS): los datos de actividad de residuos líquidos industriales (RILes), que se necesitan en la subcategoría de tratamiento de residuos líquidos industriales y lodos residuales, se obtuvieron de la Actualización del Catastro Nacional de RILes, publicado en 1998, después de esta fecha, no se cuenta con información actualizada para el país, por lo que esta subcategoría tiene falencias de datos de actividad anual, además, de no contar con error asociado e incertidumbre para esta información.
- Instituto del cemento y del Hormigón de Chile (ICH): datos de actividad de cemento, entregada en forma anual, pero no cuenta con error asociado e incertidumbre asociada.
- Soprocal: datos de actividad de cal, entregada en forma anual, pero no cuenta con error asociado e incertidumbre asociada.
- Inacesa: datos de actividad de cal, entregada en forma anual, pero no cuenta con error asociado e incertidumbre asociada.
- Servicio Nacional de Aduanas: datos de actividad de carbonato sódico, entrega información desde 1990, pero no cuenta con error asociado e incertidumbre asociada.
- Ministerio de Obras Públicas (MOP): datos de actividad de asfalto, entrega información desde 1998, pero no cuenta con error asociado e incertidumbre asociada.
- Asiquím: datos de actividad de ácido nítrico, etileno, formaldehído, anhídrido ftálico, poliestireno, polieteno, ácido sulfúrico, y entrega información desde 1985, pero no cuenta con error asociado e incertidumbre asociada.
- CNE: datos de actividad de metanol, entregada en forma anual, pero no cuenta con error asociado e incertidumbre asociada.
- CAP: datos de actividad de acero, entregada en forma anual, pero no cuenta con error asociado e incertidumbre asociada.

Las fuentes de información principal para el inventario fue el Instituto Nacional de Estadística (INE), el cual tiene los siguientes problemas de información:

Consulta INE, realiza en Julio de 2009: "información sobre el error asociado a los datos de actividad presentados en el censo agropecuario 2007 y 1997 y si es posible, información sobre el % de incertidumbre asociado a estos datos de actividad", respuesta INE:

"En atención a su solicitud N° 43052 realizada al INE, le comento que consultamos a la contraparte técnica especialista los cuales investigaron y nos dicen que es un dato que nunca se ha calculado, por lo que no habría información al respecto"²⁴.

²⁴ Raúl Olivares, profesional INE.

En términos generales, las fuentes de información que alimentan los datos de actividad del inventario, no están generando, por una parte, información anual necesaria para enriquecer los datos de actividad no paramétricos necesarios y tampoco están proporcionando la estadística necesaria para determinar incertidumbre asociada a los datos de actividad que se generan.

Esta falta de integridad en la información entregada, implica que, al generar los datos de actividad por estimaciones, el porcentaje de incertidumbre va aumentando (explicación de causas de incertidumbre, punto 7.3.), y al no tener fuentes oficiales de información de incertidumbre asociados a los datos de actividad, se consideran como cero, por falta de información (Directrices del PICC, 2006). Además, falta generar factores de emisión de GEI específicos país, por categoría del sector energía y no energía.

La estimación de incertidumbre se hará por método nivel 1 y solamente considerando aquellos factores de emisión por defecto que tenga % de incertidumbre asociado, para los datos de actividad se consideraron cero por falta de información.

7.7. Estimación de la incertidumbre para el INGEI serie temporal 1994/2007

El Cuadro 7.2 muestra un ejercicio realizado para determinar la incertidumbre asociada a los datos de actividad y la incertidumbre asociada a la tendencia nacional de emisiones de gases de efecto invernadero en función del año 1994 –año de referencia del inventario-.

La incertidumbre obtenida para la tendencia de las emisiones nacionales totales al año 2007 - mostrados en el Cuadro 7.2- fue 2,0%, que no representa el valor real de la incertidumbre asociada a las emisiones nacionales de CO₂-e, debido a que el ejercicio sólo indica incertidumbre asociada a valores por defecto entregados por el PICC y no incorpora incertidumbre asociada a los datos de actividad por falta de información y tampoco considera la incertidumbre asociada a los datos de actividad y factores de emisiones del sector “Energía”. Por lo tanto, este cuadro sólo es un ejemplo de cálculo de incertidumbre y no refleja una realidad nacional.

Cuadro 7.2. Estimación de la incertidumbre para el INGEI serie temporal 1994/2007

Sector	Gas	Emisiones año de referencia 1994	Emisiones año 2007	Incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
		Gg CO ₂ -e	Gg CO-e	%	%	%	%	%	%	%
Sector Agricultura										
Fermentación entérica	CH ₄	6.109,8	6.089,0	0,0	20,0	20,0	8,2E+00	-1,3E+00	0,0	1,3
Manejo del estiércol	CH ₄	4.842,8	4.498,8	0,0	20,0	20,0	6,0E+00	-1,5E+00	0,0	1,5
Cultivo del arroz	CH ₄	1.080,1	1.468,7	0,0	0,0	0,0	0,0E+00	0,0E+00	0,0	0,0
Quema de residuos agrícolas	CH ₄	52,1	28,5	0,0	20,0	20,0	3,8E-02	-4,7E-02	0,0	0,0
Sector Residuos antrópicos										
Residuos sólidos	CH ₄	862,1	1.917,6	0,0	76,8	76,8	9,9E+00	5,5E+00	0,0	5,5
Residuos líquidos	CH ₄	25,4	97,0	0,0	42,7	42,7	2,8E-01	2,2E-01	0,0	0,2
Sector Agricultura										
Manejo del estiércol	N ₂ O	6.076,1	6.733,9	0,0	50,0	50,0	2,3E+01	-6,2E-01	0,0	0,6
Quema de residuos agrícolas	N ₂ O	23,2	12,1	0,0	20,0	20,0	1,6E-02	-2,2E-02	0,0	0,0
Suelos Agrícolas	N ₂ O	5.803,2	6.347,6	0,0	0,0	0,0	0,0E+00	0,0E+00	0,0	0,0
Sector Residuos antrópicos										
Incineración de residuos	N ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0E+00	0,0E+00	0,0	0,0
Otros	N ₂ O	82,3	99,5	0,0	0,0	0,0	0,0E+00	0,0E+00	0,0	0,0
Total	CO₂-e	13.155,6	14.937,0	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año 2007			16,6	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales		2,0

7.8. Propuesta para incorporación de incertidumbre en los INGEI

7.8.1. Incertidumbre asociada a datos de actividad

Para incorporar debidamente la cuantificación de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, se hace necesario que las entidades públicas y, hasta donde sea posible, las privadas, que proporcionan los datos de actividad estadísticos, incluyan e informen de la incertidumbre asociada a los datos cuantitativos que están suministrando.

La carencia actual de la incertidumbre, asociada a la generación de datos de actividad estadísticos, imposibilita, en gran medida, estimar o calcular la incertidumbre para cada categoría reconocida por los INGEIs. Por tanto, esta debería ser la primera acción en el camino de incorporar la variable “incertidumbre” en la elaboración rutinaria de estos inventarios.

Tal como se señaló en el punto 7.6, las fuentes de información estadística deberán generar información suficiente de los errores asociados a los datos de actividad que ellas proporcionan, como también la incertidumbre de éstos.

7.8.2. Incertidumbre asociada a factores de emisión

La incertidumbre para cada categoría de los inventarios requiere, por otra parte, una estimación o cuantificación de la incertidumbre asociada a los factores de emisión, la que debe ser proporcionada por los generadores de estos factores. En el caso de Chile, que está trabajando básicamente con factores de emisión por defecto, esta información puede ser extraída de los manuales metodológicos del PICC; para los factores de emisión nivel 2 establecidos para las emisiones de metano por fermentación entérica y manejo del estiércol, la incertidumbre debería ser aportada por la fuente de origen de los factores de emisión, en este caso, correspondería a un dictamen de experto.

7.8.3. Incertidumbre asociada a los inventarios

Una vez obtenida la información de la incertidumbre de los datos de actividad y factores de emisión, será necesario desarrollar la incertidumbre asociada a los INGEIs ya sea determinando la incertidumbre asociada a las emisiones de CO₂-e anuales como también la incertidumbre asociada a la tendencia de las emisiones CO₂-e en la serie temporal.

Es importante señalar que la información entregada de errores, asociados a datos de actividad y factores de emisión, como fue descrito en los puntos 7.3 y 7.4, es fundamental para evaluar el método de cálculo de la incertidumbre para los INGEI. Es decir, si sólo se cuenta con información de la incertidumbre de los datos de actividad o de los factores de emisión, únicamente se podrá aplicar el método nivel 1 (ecuación de propagación de incertidumbre); en cambio, si se cuenta con información detallada de las diferentes fuentes de incertidumbre y, también, información de los errores asociados a los datos de actividad y factores de emisión, se podría aplicar el método nivel 2, que equivale a cálculos más complejos y que requieren estimar densidad de probabilidades, utilizando métodos estadísticos, como el método de Monte Carlo.

Lo mismo que para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero, es altamente conveniente establecer que la complejidad –y, por ende, la precisión- del cálculo de la

incertidumbre dependerá fuertemente de la importancia de la categoría dentro del inventario nacional.

Así, para aquellas categorías, que, por sus magnitudes de emisiones y/o capturas, no son categorías claves, la estimación de la incertidumbre podría quedarse en un método nivel 1, en tanto que, para aquellas categorías que son claves, se debería hacer lo posible para aplicar un método nivel 2, lo que estaría condicionado a la disponibilidad de información suficiente.

De la misma forma, la aplicación de un método nivel 2 para las categorías claves podría quedar circunscrita a las subcategorías significativas, aplicando un método nivel 1 para las subcategorías no significativas.

En términos de plazos para la incorporación de la incertidumbre en la elaboración de los INGEI, se recomienda empezar por una aplicación masiva, esto es a todas las categorías, de un método nivel 1, basado en los criterios descritos por el PICC que indica que, si no hay valores de incertidumbre para datos de actividad estadísticos, debe aplicarse un valor cero.

Una segunda etapa sería completar este análisis de incertidumbre de nivel 1, con la inclusión de la incertidumbre de los datos de actividad estadísticos, en los valores aportados por las mismas fuentes de generación, idealmente, o bien, en su defecto, aplicando valores obtenidos por dictamen de expertos.

Una tercera etapa consistiría en aplicar un método de nivel 2, para las categorías claves y subcategorías significativas. Para ello, se necesita contar con información detallada sobre errores estadísticos e incertidumbre, dependiendo estos de lo explicado en el punto 7.3.

8. ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA PARA ACTUALIZACIÓN CONTINUA DE LOS INGEI

La necesidad de contar con una estructura administrativa, que sea operativa en cuanto a una actualización periódica de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, ha sido satisfecha en los países desarrollados, con la creación de un Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (en adelante, el SINAC).

La creación de un sistema nacional para la elaboración periódica de los inventarios nacionales GEI, incluye todos los arreglos jurídicos, institucionales y de procedimientos, requeridos para que el país esté en condiciones de calcular –con una periodicidad determinada- las emisiones nacionales antropogénicas de GEI por fuentes y la absorción de carbono por sumideros.

8.1. Propósito de la actualización periódica de los INGEIs

Como objetivo en el tema de los inventarios nacionales de emisiones y capturas de gases de efecto invernadero, se cuenta con la necesidad de contar con actualizaciones periódicas de estos, a objeto de estar en mejor posición para monitorear la evolución de las emisiones, incluyendo su eventual reducción mediante potenciales medidas de mitigación y dar continuidad al cumplimiento de los compromisos internacionales de Chile, en materia de presentación de informes periódicos.

Para ello, el Estado de Chile debe incorporar esta labor en su quehacer rutinario, lo que significa definir los objetivos del SINAC-INGEI, identificar los arreglos jurídicos necesarios, además de identificar aquellas instituciones que tengan algo que aportar en este tema y definir los protocolos de procedimientos. Es igualmente importante considerar las necesidades de personal y de su capacitación, junto con los apoyos materiales y financieros para una adecuada gestión anual.

8.2. Objetivos asignables al Sistema Nacional

8.2.1. Objetivo general

El objetivo general de la creación del Sistema Nacional es contar con un sistema administrativo que tenga la capacidad personal, material y presupuestaria, para proceder a una actualización periódica de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, para definir y ejecutar programas de mejoramiento de la calidad de estos y para superar vacíos de información.

Debe entenderse que la mejoría de la calidad se refiere a una satisfacción creciente de los atributos de calidad, definidos por la CMNUCC, a saber: transparencia, precisión, consistencia, exhaustividad y comparabilidad.

8.2.1. Objetivos específicos

Los principales objetivos específicos del Sistema Nacional, son:

1. generar el marco metodológico (lo que incluye métodos, factores de emisión y procedimientos), para la elaboración del inventario nacional de gases de efecto invernadero;
2. proporcionar los datos de actividad, tanto paramétricos como estadísticos, requeridos para la elaboración del inventario nacional de gases de efecto invernadero;
3. establecer los arreglos institucionales y de procedimientos –con asignación de responsabilidades- necesarios para elaborar el inventario nacional de gases de efecto invernadero, en la forma debida (en cuanto a las metodologías aplicadas, en cuanto a la oportunidad, en cuanto a la observancia de los criterios de calidad definidos por la CMNUCC (transparencia, precisión, exhaustividad, consistencia, comparabilidad);
4. elaborar el inventario nacional de gases de efecto invernadero, con la periodicidad definida y en la calidad exigida;
5. constituir el punto focal nacional, respecto del tema de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, responsabilizado de coordinar la acción de las entidades involucradas, de aprobar los inventarios elaborados, y de generar informes periódicos para las autoridades nacionales, para informar oficialmente a la CMNUCC, y para difundir los resultados públicamente;
6. almacenar la información generada en la elaboración periódica de estos inventarios, lo que involucra actas de sesiones, publicaciones de base, hojas de trabajo de los inventarios, consolidados de los inventarios, informes emitidos y cualquier otro documento que sea de interés;
7. definir, sobre la base de los resultados obtenidos en cada elaboración del inventario nacional, un programa financiado del mejoramiento de la calidad de los inventarios, abarcando aspectos de metodologías, factores de emisión y datos de actividad (definición de planes quinquenales y programas anuales); e
8. identificar las capacidades humanas, técnicas y financieras, suficientes para un oportuno y cabal cumplimiento de las funciones requeridas definidas para una actualización periódica de los inventarios nacionales de GEI y su progresivo mejoramiento cualitativo;

8.3. Requerimientos jurídicos

De acuerdo a la tradición jurídica del país, es un hecho que lo que no reconoce el ordenamiento jurídico o no está explícitamente permitido por ley, no existe y/o no puede ocurrir. Para que el Estado asuma la tarea de elaborar periódicamente el inventario anual de los gases de efecto invernadero, debe existir un documento de validez legal que la instituya y que, además, dé vida al ordenamiento institucional de soporte.

Por tanto, es importante que exista una vía formal que oficialice el “Sistema Nacional para una Elaboración Periódica del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero” (en adelante, el

SINAC), de forma que su misión sea reconocida legalmente por el sistema público, con el sistema administrativo que la acoga. La instancia legal (ley, decreto, otro) debe incorporar los siguientes elementos mínimos:

- definir que la elaboración del INGEI, es unción del Estado,
- que, para ello, se da vida legal al SINAC, definiendo sus objetivos generales y específicos,
- nominar la entidad rectora o punto focal, con sus funciones y responsabilidades,
- identificar las instituciones participantes, con sus funciones y responsabilidades,
- determinar las capacidades humanas y técnicas necesarias, junto con el presupuesto requerido para un adecuado funcionamiento anual, y
- definir procedimientos operacionales.

El documento legal debe establecer los arreglos institucionales de forma tal, que todas las instituciones que queden comprendidas en el SINAC, asuman los compromisos que el documento que da vida al SINAC señale. Estando esta nueva misión financiada, las entidades se verán obligadas a generar una unidad de trabajo, con personal asignado, para que se haga cargo de las responsabilidades institucionales definidas por el documento legal.

8.4. Algunos elementos básicos del SINAC

8.4.1. Entidad rectora del SINAC

Es absolutamente necesario que la dirección del SINAC debe quedar radicada en la entidad técnica que representa al país en los foros internacionales sobre el cambio climático, llámese CMNUCC y PICC. En este rol, la entidad rectora debe tener responsabilidades de dirección, coordinación, ejecución y representación. De acuerdo al ordenamiento institucional vigente, esta entidad es la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) o la entidad que emerja del Ministerio del Medio Ambiente en discusión en el Congreso Nacional.

Las principales responsabilidades de la entidad rectora debieran ser:

- velar porque el plan anual de acciones se cumpla oportunamente y en la calidad debida,
- citar y coordinar reuniones,
- firmar contratos con personas naturales o jurídicas para la ejecución de estudios o desarrollo de acciones convenidas y que no puedan ser ejecutadas por las entidades que conformen el SINAC,
- hacer efectivos los acuerdos alcanzados en las reuniones de trabajo y cuando el quórum mínimo de asistencia haya sido alcanzado,
- representar el país en los foros nacionales e internacionales,
- delegar –cuando lo considere conveniente- algunas de sus responsabilidades en los representantes de las entidades públicas que conforman el SINAC.

8.4.2. Unidad elaboradora de los inventarios

Un elemento central del SINAC debe ser la unidad que se encargue de elaborar físicamente los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. A este respecto, es posible plantear las siguientes dos opciones:

- una unidad de trabajo montada con el fin exclusivo de elaborar el inventario nacional, o

- una elaboración del inventario, en el cual las entidades conforantes elaboren el inventario en el sector de su representación.

Debido a las complicaciones para alcanzar criterios homogéneos y ser consistentes en la elaboración del inventario cuando hay participación de muchas personas, parece preferible ir hacia la constitución de una unidad especializada que se encargue de elaborar los inventarios en la periodicidad definida. Ello facilitaría el contar con personal especializado, que garantice un resultado confiable y de alta calidad.

Entre sus responsabilidades, deberían estar:

- elaborar el inventario, siguiendo las pautas metodológicas definidas por el SINAC,
- incluir estimaciones de la incertidumbre,
- informar debidamente a la entidad rectora, dentro de los plazos estipulados, y
- sugerir estrategias conducentes a mejorar la calidad de los INGEIs.

Cabe precisar que la tarea de elaborar los inventarios podría continuar siendo externalizada, como ha sido la experiencia nacional y como lo hacen sistemáticamente varios países Anexo I (Francia y el Reino Unido, entre ellos). Si esta externalización mantiene la separación entre sectores energéticos y no-energéticos, debería tenerse cuidado de demandar que ambas partes terminen integrando los resultados; la otra opción es que la labor completa quede bajo una sola mano, situación que pareciera ser la ideal.

8.4.3. Entidades componentes

La instancia legal debe identificar las entidades públicas o estatales autónomas, que deben necesariamente conformar SINAC y asumir compromisos dentro de este. Es posible identificar los siguientes dos compromisos básicos:

- aportar datos de actividad, paramétricos y estadísticos, para la elaboración de los inventarios,
- incorporar la incertidumbre de los datos estadísticos colectados y procesados,
- aplicar un programa de QA/QC a la recolección de datos estadísticos, y
- participar en las instancias de discusión que se convenga con la entidad rectora.

A continuación y sin pretender establecer un listado exhaustivo, se mencionan las entidades que debieran ser parte del SINAC, principalmente por el aporte de datos de actividad estadísticos que ellas colectan y procesan:

- **Instituto Nacional de Estadísticas (INE):** datos de actividad estadísticos en todos los sectores,
- **Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA),**
- **Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN),**
- **Corporación Nacional Forestal (CONAF):** entidad que debiera responsabilizarse de aportar los datos de actividad sobre uso y cambios de usos de los suelos,
- **Instituto Forestal (INFOR),**
- **Comisión Nacional de Energía (CNE),**
- **Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS),**
- **Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO),**
- **Servicio Nacional de Aduanas,**

- **MOP**

Un rol especial debería asumir el Instituto Nacional de Estadísticas, por su condición de entidad nacional oficial en el ámbito de las estadísticas nacionales. Esta entidad, además de su aporte específico en datos de actividad estadísticos y participar de las reuniones de trabajo, debería asumir los siguientes otros roles:

- armonizar las estadísticas, respecto de las entidades del nivel sectorial (ejemplo: ODEPA en Agricultura, SISS en Residuos; CONAF e INFOR en LULUCF; CNE en Energía),
- conformar mesas de trabajo con el sector privado para convenir vías de aporte periódico de los datos de actividad (algunas de ellas siendo ICH, INASESA, SOPROCAL, DICTUC, ASIQUIM, CAP, cementerios, ECOWORLD, PROCESAM, ASOEX, SOPROCAL, IANSA, CORMA.

8.4.4. Conformación de Comité Directivo

Una buena instancia de coordinación y definición de planes y programas de acción es la constitución de un Comité Directivo, dirigido por el representante de la entidad rectora y conformado por representantes de las entidades involucradas. Sus principales responsabilidades, por delegación de la entidad rectora, podrían ser las siguientes:

- definir la estrategia metodológica por aplicar al elaborar el inventario de gases de efecto invernadero, incluyendo factores de emisión y datos de actividad paramétricos,
- analizar los resultados obtenidos luego de elaborar el inventario de gases de efecto invernadero,
- definir un plan de trabajo quinquenal, con definición del programa anual de trabajo, con especial énfasis en la satisfacción de las necesidades de mejoramiento de la calidad de los inventarios (factores de emisión país-específicos; datos de actividad estadísticos), capacitación continua del personal, implementación y mejoramiento de herramientas computacionales y/o infraestructura, o cualquier actividad que sea requerida para el buen funcionamiento de la actualización de los inventarios,
- definir, desarrollar y capitalizar programas de investigación de factores de emisión y parámetros país-específicos, financiando –vía licitación- instituciones públicas, universidades o cualquier entidad que pueda desarrollar los estudios pertinentes.

Este Comité Directivo debe tener la facultad de definir sub-comités para aspectos más puntuales (por sector), donde pudiera haber representación o invitación a participar a entidades del sector privado y entidades internacionales (FAO, por ejemplo) que sean un real aporte al SINAC. Específicamente, podría aplicarse esta estrategia al sector de Procesos Industriales, donde los datos de actividad no están en entidades oficiales del Estado sino que en manos privadas que, hasta hoy, han tenido la buena voluntad de aportarlos pero sin obligación de continuar haciéndolo; en este caso, podría constituirse una Mesa de Trabajo, liderada por INE y CONAMA, e integrada por representantes de las entidades privadas.

8.5. Recursos humanos y presupuesto para el SINAC

8.5.1. Recursos humanos

Se hace necesario contar con personal capacitado para la labor específica de elaborar los inventarios de gases efecto invernadero así como también en los temas de metodologías vigentes y emergentes; ello significa que el SINAC debe generar un contacto directo con el

Programa de Inventarios Nacionales de G.E.I. (NGGIP) del PICC, a objeto de estar permanentemente actualizados en el tema.

Para que el SINAC opere debidamente, debe contar con personal cuya asignación de tiempo refleje el reconocimiento del Estado al compromiso de elaborar inventarios nacionales de gases invernadero, de calidad y en la periodicidad determinada, y dar a conocer estos resultados en las formas acordadas.

De acuerdo al diseño planteado, se hace necesario contar con los siguientes recursos humanos:

- **un representante de la entidad rectora**, para hacerse cargo de la dirección, coordinación y ejecución del SINAC; debe tener una asignación del 50% de su tiempo,
- **un representante de cada una de las entidades públicas que conforman el SINAC**, para hacerse cargo de participar en las reuniones de coordinación citadas por la entidad rectora, incluyendo el Comité Directivo, y de llevar al interior de su entidad las demandas que genera el SINAC; básicamente, esta última labor se refiere, básicamente, a la generación oportuna de datos de actividad y, en el caso del INE, de conformar una mesa de trabajo con las entidades privadas poseedoras de datos de actividad relevantes²⁵. En este caso, la asignación de tiempo para cada uno de los representantes podría ser de 25%,
- **tres integrantes de la unidad elaboradora de los inventarios**, con asignación del 100% del tiempo por períodos de 6 meses anteriores a la entrega programada de los inventarios, para dos de ellos, y dedicación exclusiva permanente, para el tercero. Con ello, esta unidad podría hacerse cargo –además de la elaboración de los inventarios- de la secretaría ejecutiva, tanto del SINAC como de la unidad propiamente tal, de participar en las reuniones de trabajo, de generar las actas de acuerdos, de generar los protocolos de procedimientos, de redactar los informes programados y de procesar/archivar sistemáticamente los documentos relevantes.

8.5.2. Presupuesto

De acuerdo a lo planteado en el capítulo 8.5.1., el costo de crear y mantener este Sistema Nacional para la Elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero es el siguiente:

- 66 meses-persona/año, como recursos humanos adicionales,
- un costo inicial de 450 UF, por la adquisición de nuevos equipos, mobiliario y otros,
- un costo operacional anual de 1.525 UF.

El detalle de los ítems presupuestarios se encuentra en los cuadros 5.1, 5.2. y 5.3.

Cuadro 8.1. Recursos humanos requeridos por el SINAC

RECURSOS HUMANOS				
ÍTEM	NÚMERO	MESES	DEDICACIÓN	MESES/AÑO
Coordinador	1	12	50%	6
Delegados de entidades	12	12	25%	36
Integrantes de unidad elaboradora	2	6	100%	12
Secretaría Ejecutiva	1	12	100%	12

²⁵ Esta situación se da claramente en el Sector de Procesos Industriales, aunque toca a todos los sectores que conforman el INGEI.

Cuadro 8.2. Inversión inicial

INVERSIÓN	
ÍTEM	Costo, UF
Equipos computacionales	100
Impresoras	50
Licencias de programas computacionales	50
Alojamiento oficinas	250
Costo global estimado	450

Cuadro 8.3. Gastos operacionales anuales

GASTOS DE OPERACIÓN	
ÍTEM	Costo, UF
Materiales de oficina	25
Materiales computacionales (pendrives, cartridges, CDs, otros)	50
Pasajes dentro del país	100
Pasajes al exterior	500
Viáticos dentro del país	100
Viáticos en el exterior	250
Peajes, combustibles y lubricantes	200
Mantenimiento/repación/renovación de equipos	100
Servicios de conectividad y licencias	100
Consumos básicos	100
Costo global estimado	1525

9. CONCLUSIONES

El análisis de los resultados obtenidos, luego de elaborar los inventarios de los sectores energía y no-energía y de las circunstancias tenidas para su elaboración, permitió alcanzar las conclusiones que se detallan a continuación.

9.1. Datos de actividad paramétricos

- en lo general, Chile cuenta con una buena base estadística, que permite elaborar los inventarios de emisiones y capturas de gases de efecto invernadero de los sectores no-energía, a saber: agricultura; uso de los suelos, cambio de uso de los suelos y silvicultura (LULUCF); y residuos antrópicos,
- sin embargo, ninguna de las fuentes de datos estadísticos –llámese INE, ODEPA, CONAF ó SISS- entrega información acerca de la incertidumbre asociada a ellos, situación que debiera corregirse a futuro para permitir la estimación de la incertidumbre asociada a los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEIs),
- adicionalmente, hay una serie de ítems no cubiertos por las fuentes estadísticas y sobre los cuales el país debería invertir para contar con una elaboración completa de los inventarios nacionales; los principales ítems sin apoyo estadísticos son:
 - en agricultura: consumo de fertilizantes nitrogenados por región y cultivo; producción y distribución de estiércol, por especie animal; población de especies animales de reciente introducción; generación y destino de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas,
 - en LULUCF: usos y cambios de uso de los suelos en algunas regiones administrativas,
 - en residuos antrópicos: generación y destino de aguas servidas, domiciliarias e industriales; generación y destino de residuos sólidos, domiciliarios e industriales; cantidad de residuos incinerados,
- además, existe inconsistencia en la información estadística de la población animal, específicamente bovina, porcina y aves, debido a que la fuente oficial INE tiene diferencias notorias entre sus anuarios agropecuarios años 2000 a 2003, comparado con la información entregada por los censos agropecuarios, lo que implica una contabilidad prácticamente doble de la población existente de estos animales entre años censales (1997-2007),

- lo mismo ocurre con otras fuentes de información, como ODEPA y FAO, que manifiestan cifras diferentes con respecto a la población animal antes mencionada (estas diferencias fueron descritas en el capítulo 5, punto 5.3, sección A.3); esto implica problemas para la elaboración del inventario y se recomienda poner en conocimiento de las entidades involucradas para que superen estas inconsistencias.

9.2. Sector 4: Agricultura

9.2.1. Aspectos metodológicos

- de los sectores que componen los inventarios de GEI, la Agricultura es uno de los que cuenta con el mejor aporte de datos de actividad, de tipo estadístico y paramétrico,
- los datos de actividad estadísticos son en su gran mayoría generados en forma anual, excepto para las poblaciones de animales domésticos, que sólo son informadas en los censos agropecuarios, levantados cada 10 años,
- en el caso de los datos de actividad paramétricos, son en su mayoría extraídos de los numerosos estudios de investigación técnico-científicos que el país dispone, lo que los hace de alta confiabilidad,
- por lo tanto, puede concluirse que el inventario del sector “Agricultura” es uno de los sectores componentes de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero que entrega resultados precisos y confiables,
- en todo caso, existen algunas áreas de información que no cuentan con desarrollo y en que el país debería invertir para mejorar la información de base; entre estas, se encuentran:
 - cantidades producidas y destinos finales de residuos de cultivos,
 - distribución de las poblaciones animales según sistema de manejo y la generación de estiércol por sistema y destino final, y
 - consumo regional de fertilizantes nitrogenados, desagregados por cultivos,
- si bien el país aplica el método nivel 2 a las emisiones de metano desde las categorías de fermentación entérica y manejo del estiércol, debería invertir en validar los supuestos generados por juicio de expertos e incluidos en el procedimiento de cálculo,
- igualmente, el país debiera invertir en desarrollar investigación suficiente conducente a la definición de factores de emisión país- o región-específicos, al menos en las categorías definidas como claves, esto es:
 - emisión de óxido nitroso desde suelos agrícolas; es fundamental investigar las emisiones de las combinaciones suelos-cultivos-zonas agroecológicas-formas de fertilizantes, y

- emisión de metano por fermentación entérica animal, en especial del ganado bovino.

9.2.2. Resultados

- las emisiones anuales del sector Agricultura han crecido, desde el año 1984, al año 1994 (año de referencia), en un 13%; desde el año de referencia, al año 2007, en un 6%; y desde el año 1984, al año 2007, un 19%; ello se explica, fundamentalmente, por la creciente intensidad de las prácticas agrícolas, que conlleva un mayor uso de agroquímicos, fertilizantes nitrogenados entre ellos, y el aumento de la población porcina, que aumentan las emisiones de gases invernadero,
- en el sector, las emisiones más abundantes fueron las de óxido nitroso desde la superficie de los suelos cultivados, seguidos por las de metano por fermentación entérica y las emisiones conjuntas de metano y óxido nitroso por manejo del estiércol, que es a su vez la categoría con mayor tasa de crecimiento en el período estudiado, principalmente debido a que los cambios poblacionales animales apuntan a un crecimiento de las poblaciones criadas en confinamiento, en desmedro de otras que se mantienen en pastoreo a campo abierto (la población porcina es la segunda especie con mayor incremento poblacional, después de las aves de corral),
- la cultivación del arroz y la quema de residuos agrícolas son las categorías menores de este sector; con respecto a esta última, existe una tendencia a una menor incidencia de las quemas agrícolas, debido principalmente a la promulgación de normas ambientales y a la implementación de buenas prácticas agrícolas desde inicios de los 2000s,
- regionalmente, las emisiones del sector muestran dos máximos, correspondientes a las regiones IX y X, señalando claramente el impacto de la ganadería doméstica sobre las emisiones de gases de efecto invernadero,
- las especies animales con mayores aportes a las emisiones del sector son los bovinos -dominantes, en cuanto al metano por fermentación entérica- y los porcinos -dominantes, en cuanto al metano y óxido nitroso por manejo del estiércol,
- la aplicación del método nivel 2 para las emisiones de metano por fermentación entérica de bovinos y manejo del estiércol de bovinos y cerdos, condujo a estimados de factores de emisión por grupos de animales, condiciones de manejo y macrorregión ambiental, lo que enriqueció significativamente el inventario agrícola,
- las emisiones de óxido nitroso desde los suelos agrícolas son la categoría que más contribuye a las emisiones agrícolas; dentro de ella, las emisiones directas fueron la subcategoría más emisora, llegando a un 39% de contribución de la categoría, al año 2007,
- las emisiones por los animales en pastoreo directo vienen perdiendo participación en la categoría, con un aporte relativo del 35% en 1984 y del 24% en 2007; en cambio las

emisiones indirectas han pasado a constituir el 37% de las emisiones de la categoría, en 2007, habiendo sido un 33%, en 1984,

- las principales fuentes de emisiones directas de óxido nitroso desde los suelos cultivados son los fertilizantes nitrogenados minerales (prácticamente 56% de las emisiones directas, al año 2007) y el cultivo de plantas leguminosas, aunque esta última mostró un retroceso en su importancia relativa, del 35% en 1984 al 10% en 2007,
- la lixiviación del nitrógeno aplicado en forma de fertilizantes minerales, muchos de ellos de alta solubilidad, es la principal fuente de emisiones indirectas de óxido nitroso desde los suelos cultivados, y
- los cultivos con mayor contribución emisora, por la quema de residuos de cosechas, son los cereales; los residuos de los otros cultivos tienden a ser escasamente quemados en el campo y mayoritariamente enterrados en los suelos o empleados para la alimentación animal, ya sea por consumo directo como a través de enfarda.

9.3. Sector 5: Uso de los suelos, cambio de uso de los suelos y silvicultura (LULUCF)

9.3.1. Aspectos metodológicos

- en esta serie temporal, el sector fue sometido a una profunda modificación metodológica, correspondiendo al primer intento que se hace en el país por asumir las guías de buenas prácticas 2003 del PICC, guías que cambiaron el sector de LUCF a LULUCF,
- de los cinco conjuntos de carbono que el PICC reconoce (C en biomasa viva, aérea y subterránea; C en materia orgánica muerta, madera muerta y hojarasca; C orgánico en el suelo), el inventario nacional debió restringirse a la biomasa aérea viva, debido a que el país no cuenta con la información estadística y paramétrica suficiente para una elaboración completa del inventario de este sector de acuerdo a las GBP 2003,
- no obstante la aplicación de las guías PICC del 2003, los algoritmos creados anteriormente para determinar el destino final de la biomasa forestal mantuvieron su utilidad y fueron igualmente aplicados; estos algoritmos facilitaron la elaboración del inventario, al permitir una asignación más precisa de la biomasa forestal a las distintas categorías y subcategorías así como, también estimar las cantidades de biomasa residual de la explotación forestal; sin embargo, se requiere validar en terreno estos algoritmos,
- es importante relevar el esfuerzo realizado por la CONAF, para generar datos estadísticos que permitan llenar la matriz de usos y de cambios de usos de suelos con datos anuales estimados, a partir del uso de sensores remotos (fotografías aéreas, principalmente) en dos instantes de tiempo,

- también, es importante señalar que, a futuro, los datos de actividad sobre usos y cambios de usos de suelos deberían provenir de un sistema con metodologías sistematizadas y con imágenes obtenidas en intervalos más cercanos de tiempo,
- Chile cuenta con suficiente información sobre datos de actividad paramétricos emergentes de plantaciones forestales, permitiendo aplicar un método nivel 2. Aunque también se cuenta con algunos avances en las formaciones de bosque nativo, se concluye que es necesario invertir más recursos en contar con el mayor número posible de datos de actividad paramétricos emergentes de las diferentes formaciones vegetacionales nativas, y
- por falta de datos de actividad estadísticos, paramétricos y factores de emisión, la categoría “Humedales”; las subcategorías “Suelos agrícolas que permanecen como tales” y “Suelos urbanos que permanecen como tales”; y los ítems “Incremento de biomasa aérea en árboles frutales, viñas y parronales” e “Incremento de biomasa aérea en árboles urbanos”, no pudieron ser informados.

9.3.2. Resultados

- a lo largo de la serie temporal 1984/2007, tanto las emisiones como las capturas brutas experimentaron marcados incrementos, manteniendo en todo caso un balance favorable a la captura neta, aunque esta presenta una disminución a lo largo de los años:
 - comparada con lo calculado para el año 1984, la captura neta en 1994 ya presenta una disminución del 16%, y
 - en el 2007, la captura neta presenta una disminución del 21%, en comparación al año 1994, y del 39% desde el año 1984 hasta el año 2007,
- la categoría de “Suelos Forestales”, en la subcategoría de “Suelos forestales que permanecen como tales”, es lejos la principal contribuyente tanto de las emisiones como de las capturas sectoriales:
 - en el caso de las emisiones, específicamente ello es debido a la cosecha forestal, cuyo aporte a las emisiones del sector fue del 85% en 1994, y del 88% en 2007, y
 - en el caso de las capturas, ello es debido al incremento de la biomasa de las plantaciones forestales; su contribución varió del 60% en 1994, al 69% en 2007; y renovales de bosque nativo, con una contribución estable en el tiempo del 35%,
- la segunda categoría contribuyente de las emisiones sectoriales, es la de “Praderas y Matorrales”, con una participación anual fluctuante entre 1,2% en 1994 y 0,8% en 2007,
- los cambios en los usos de los suelos de mayor importancia, y que inciden en la categoría “Suelos forestales”, son:

- forestación: con 52.771 ha anuales, concentradas en las regiones VIII (28.057 ha) y IX (14.252 ha),
 - sustitución: con 8.923 ha anuales, concentradas en las regiones VIII (2.912 ha) y XIV (2.675 ha),
 - abandono: con 3.612 ha anuales, concentradas en las regiones VIII (1.097) y XIV (929 ha),
 - restitución: con 561 ha anuales, concentrada en la VIII Región (486 ha), y
 - se destaca que la Región con el mayor cambio en el uso de los suelos es la VIII, principalmente por forestación,
- otros cambios importantes en los usos del suelo de son:
 - rehabilitación: con 6.038 ha anuales, concentradas en la XIII Región (1.757 ha) y VI Región (1.426 ha),
 - habilitación: con 4.240 ha anuales, concentradas en las regiones IX (1.250 ha) y VI (1.090 ha),
 - desplantación: con 2.397 ha anuales, concentradas en las regiones VIII (1.234 ha) y IX (887 ha), y
 - regeneración: con 2.012 (ha) anuales, concentradas en las regiones VIII (965 ha) y VI (412 ha),
 - los incendios en plantaciones forestales, bosque nativo, y praderas y matorrales son relevantes en cuanto a emisiones. Para la categoría “Suelos forestales”, las emisiones promedio son de 6.009 Gg de anhídrido de carbono anuales. La superficie afectada por incendios oscila año tras año, afectando un promedio de 48.827 ha anuales,
 - Existen dudas con respecto a los datos estadísticos relacionados con los suelos urbanos que pasan a suelos forestales nativos y a plantaciones forestales, ya que a nivel mundial, no existen datos que avalen este tipo de cambios en el uso de los suelos.

9.4. Sector 6: Residuos antrópicos

9.4.1. Aspectos metodológicos

- el sector “Residuos Antrópicos” tiene una evidente debilidad en los datos de actividad estadísticos, como por ejemplo, caracterización y composición de los residuos sólidos urbanos (falta de información regional y estandarización metodológica de la caracterización de la composición de RSU), residuos sólidos industriales (inexistencia de datos de actividad), generación y tratamiento de las aguas residuales industriales (que carecen de información desde el año 1998 y de cobertura por regiones administrativas), e incineración de residuos sólidos (que no existe información desde el año 1998),
- por falta de información publicada, se trabajó con datos de actividad paramétricos por defecto y otros generados por juicio de experto; para la categoría residuos sólidos urbanos, que constituye una categoría clave, se recomienda fortalecerla con estudios propios, en cuanto a datos de actividad, datos paramétricos y factores de emisión país-específicos y realizar así estimaciones con un método de nivel 2, y

- de todas formas, el área con mejores datos de actividad corresponde a la disposición final de residuos sólidos domiciliarios; justamente, la categoría que más aporta a las emisiones de gases invernadero del sector residuos.

9.4.2. Resultados

- las emisiones sectoriales anuales han crecido, desde el año de referencia (1994) al año 2007, en un 118%; desde el año 1984 al año 2007, un 110%; y entre los años 1984 y 1994 se aprecia una disminución temporal (-4%) de las emisiones producto al cambio de tecnología en tratamiento de residuos sólidos urbanos –vertedero no controlado (basural) a vertedero controlado-, pero fundamentalmente existe un aumento constante de las emisiones debido esencialmente al tratamiento de residuos sólidos urbanos que provocan un incremento en las emisiones de gases efecto invernadero,
- las emisiones del sector Residuos Antrópicos se relacionan básicamente a la generación de metano, principalmente desde sitios de disposición final de residuos sólidos; gas que aporta el 96% de las emisiones sectoriales totales,
- la categoría de residuos sólidos urbanos, que incorporan las emisiones debido a la disposición final de residuos sólidos domiciliarios, aporta con el 92% de las emisiones totales del sector (expresión en CO₂-e), y con el 96% del metano emitido por el sector residuos antrópicos al año 2007,
- las emisiones de gases invernadero por el manejo de los residuos sólidos están relacionadas a la infraestructura de los sitios de disposición final. La razón es que la tecnología apunta a sitios de disposición final de características de procesos más anaeróbicas para la descomposición de la materia orgánica (rellenos sanitarios), lo que provoca un incrementando de las emisiones de metano en este sector, y también este aumento en las emisiones de metano está estrechamente relacionado al crecimiento de la población urbana, lo que implica una mayor cantidad de residuos sólidos urbanos que quedarán en algún sitio de disposición final, aumentando las emisiones por este tipo de tratamiento,
- debido a que las emisiones de metano en la categoría de residuos sólidos están vinculadas a la población urbana, las regiones administrativas con mayor emisión de este gas, corresponden a aquellas que concentran la mayor población urbana. De esta forma, la XIII Región aporta con el 31% de las emisiones, VIII Región con 18% y en menor escala la V Región con 11% y II Región con un 8%, al año 2007,
- la implementación de tratamientos de aguas servidas, desde el año 1991 a la fecha, ha generado un aumento de las emisiones de gases invernadero debido a que se están implementando tratamientos anaeróbicos (lodos activados, lagunas de estabilización) preferentemente. De todas formas, estas emisiones son pequeñas comparadas con las emisiones por residuos líquidos industriales que equivalen al 99% de las emisiones de la categoría de residuos líquidos,
- es importante destacar que al año 2007, el 88% de las aguas servidas del país están siendo tratadas en plantas de tratamientos de aguas servidas; en esta cifra, quedan incluidas las aguas servidas de ciudades costeras cuyo tratamiento es ser clarificadas y enviadas mar adentro por emisarios submarinos,

- de todas formas, las emisiones de residuos líquidos en conjunto con las emisiones de óxido nitroso por excremento humano; son prácticamente iguales al año 2007 (expresadas en CO₂-e), las cuales no superan, cada una, el 3,8% del total de emisiones del sector, y
- el aporte de las emisiones producto de la contabilidad realizada para la categoría de incineración de residuos hospitalarios, fueron casi imperceptibles en el sector, donde su aporte no superó el 0,0004% para el año 2007.