



**Inventario Nacional de  
Gases de Efecto Invernadero del Ecuador  
Serie Temporal 1994-2012**

*Proyecto Tercera Comunicación Nacional y  
Primer Informe Bienal de Actualización (TCN/IBA)*



## **Ministerio del Ambiente de Ecuador**

Walter García, Ministro

María Victoria Chiriboga, Subsecretaria de Cambio Climático

Freddy Fuertes, Director Nacional de Mitigación del Cambio Climático

## **Proyecto MAE/GEF/PNUD Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático y Primer Informe Bienal de Actualización (TCN/IBA)**

Laura Cadilhac, Coordinadora de proyecto

Paulina Erazo, Asistente administrativa / financiera

Ruth Molina, Técnica Especialista en Inventarios

Alejandra Guevara, Técnica Especialista en AFOLU

Fernanda Bravo, Técnica en Agricultura

## **Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD**

Diego Zorrilla, Representante Residente

Gabriel Jaramillo, Especialista de Programa Ambiente y Energía

## **Autores**

Alejandra Guevara, Fernanda Bravo (MAE/FAO); Ruth Molina, Laura Cadilhac (MAE/PNUD).

## **Revisión técnica**

----- (MAE); ----- (MAE/PNUD).

## **Revisión de estilo, diseño y diagramación:**

-----

**ISBN-**-----

El “Resumen del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Ecuador. Serie temporal 1994-2012” fue desarrollado a través del financiamiento otorgado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y del Apoyo Específico de ONU REDD (TS-UNREDD), implementado a través de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

## **Cítese:**

Ministerio del Ambiente del Ecuador (2016). Resumen del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Ecuador. Serie temporal 1994-2012. Quito, Ecuador.

## Tabla de contenido

|   |    |
|---|----|
| Introducción .....  | 4  |
| 1. ¿Qué es el efecto invernadero? .....   | 4  |
| 2. ¿Qué es cambio climático?.....   | 5  |
| 3. ¿Cuáles son los gases de efecto invernadero?.....  | 5  |
| 4. ¿Qué es un inventario nacional de GEI? .....   | 6  |
| 5. ¿Por qué se calculan inventarios nacionales de GEI? .....                                    | 6  |
| 6. ¿Quiénes participan en la preparación de los inventarios nacionales de GEI de Ecuador? ..... | 6  |
| 7. ¿Cómo se calculan los inventarios nacionales de GEI? .....                                   | 7  |
| 8. ¿Cuántas emisiones de GEI genera Ecuador? .....  | 10 |
| Análisis de Categorías Principales del INGEI 2012 .....   | 13 |
| Tendencia de las emisiones de GEI de Ecuador, serie histórica 1994 – 2012.....                  | 14 |
| Sector Energía .....  | 14 |
| Sector Procesos industriales .....  | 17 |
| Sector Agricultura.....   | 18 |
| Sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura .....                                | 21 |
| Sector Residuos .....   | 24 |

## Introducción

El resumen que se presenta a continuación se deriva de la preparación de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero más recientes del país, estimados por el Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE) en el contexto de la elaboración del Primer Informe Bienal de Actualización (IBA) y de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (TCN). Contiene los resultados del Inventario Nacional de Gases de efecto invernadero (INGEI) de los años 2010 y 2012 y de las actualizaciones de los años 1994, 2000 y 2006 que fueron presentados en la Segunda Comunicación Nacional<sup>1</sup>. Debido a que las estimaciones de varios años permiten contar con una serie temporal, también se presenta el análisis de tendencias que refleja el comportamiento de las emisiones y absorciones a lo largo del tiempo.

El documento incorpora algunos conceptos básicos relacionados con la temática, que permitirán contextualizar la importancia de los gases de efecto invernadero, así como su relación con las actividades humanas y económicas que se desarrollan en el territorio nacional. Posteriormente, se realiza una descripción de los resultados obtenidos en las estimaciones de gases de efecto invernadero para el Ecuador en el período 1994 a 2012.

### 1. ¿Qué es el efecto invernadero?

El efecto invernadero es un proceso en el que la radiación térmica emitida por la superficie planetaria es absorbida por los gases de efecto invernadero (GEI) atmosféricos y es re-irradiada en todas las direcciones. Una parte de esta re-irradiación es devuelta hacia la superficie y la atmósfera inferior, permitiendo un incremento de la temperatura superficial media respecto a lo que habría en ausencia de los GEI. Esta retención de calor dentro del sistema de la tropósfera terrestre, como resultado de un efecto invernadero natural, hace posible la vida en la Tierra tal como la conocemos.

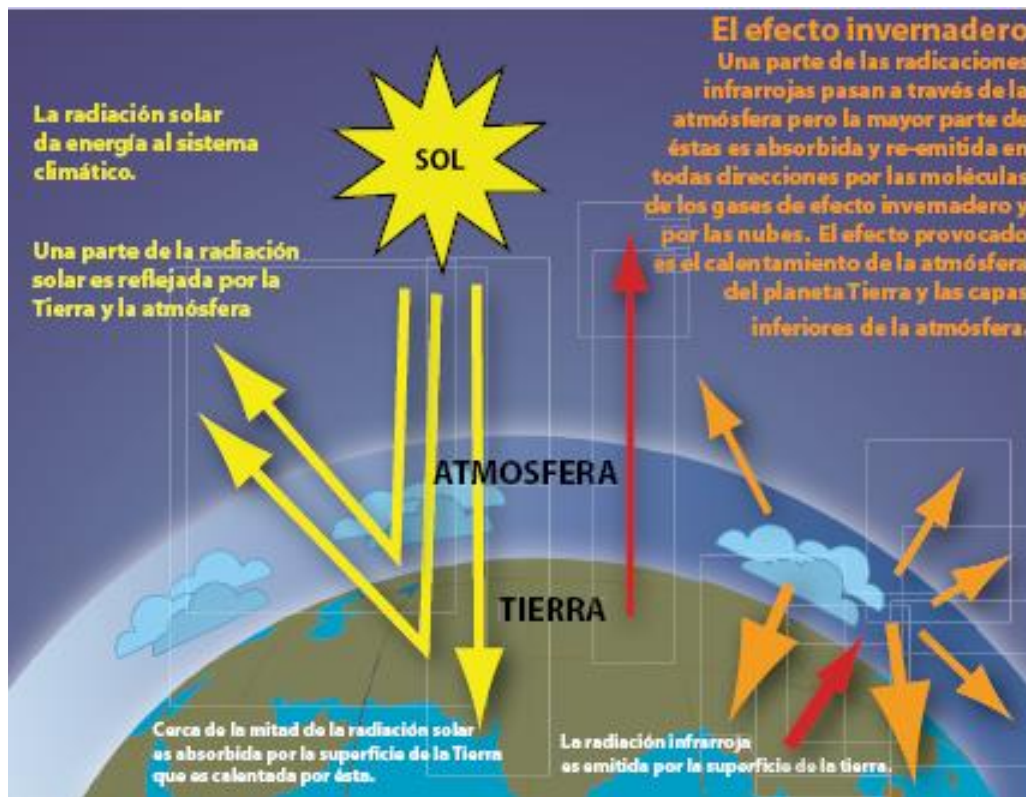
No obstante, una mayor concentración de GEI resultante de las actividades humanas, principalmente por la quema de combustibles fósiles y la eliminación de los bosques, han alterado el equilibrio en la temperatura de la Tierra<sup>2</sup>, causando el calentamiento global.

---

<sup>1</sup> Estas actualizaciones obedecen principalmente a la aplicación de mejoras metodológicas, así como a la disponibilidad de nuevos datos, como parte del avance en la generación de estadísticas, implementación de sistemas de información e institucionalización de los procesos de elaboración de inventarios. De conformidad con los lineamientos del IPCC, la preparación del inventario constituye un proceso de mejora continua, que insta a realizar estimaciones más exactas y completas.

<sup>2</sup> El equilibrio en la temperatura de la Tierra, también denominado equilibrio energético del sistema climático, se refiere al balance entre la cantidad de radiación solar entrante en la atmósfera versus la radiación saliente, en un período de tiempo suficientemente largo.

Ilustración 1. Esquema del efecto invernadero



Fuente: IPCC (2007)

## 2. ¿Qué es cambio climático?

Por cambio climático se entiende un cambio de clima, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (normalmente decenios o incluso más).

## 3. ¿Cuáles son los gases de efecto invernadero?

Los gases de efecto invernadero (GEI) son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, de origen natural y de actividades humanas, que absorben y reemiten radiación infrarroja. Los GEI son: el vapor de agua ( $H_2O$ ), el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), el ozono ( $O_3$ ), el metano ( $CH_4$ ), el óxido nitroso ( $N_2O$ ), los clorurocarbonados (CFC, HFC, PFC) y el hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ).

#### **4. ¿Qué es un inventario nacional de GEI?**

Un inventario contabiliza todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, provenientes de las emisiones por fuentes resultantes de las actividades humanas, y de las absorciones por los sumideros, durante un período determinado de tiempo, en un país.

#### **5. ¿Por qué se calculan inventarios nacionales de GEI?**

Como signatarios de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), los países tienen el compromiso de reportar los avances en el logro de los objetivos planteados en dicho instrumento, a través de Comunicaciones Nacionales (CN) e Informes Bienales de Actualización (IBA). Dentro de estos documentos, los INGEI y las acciones que se realizan para mitigar el cambio climático, tienen una gran relevancia.

Hasta la fecha, el Ecuador ha reportado dos CN en los años 1991 y 2011, respectivamente. En el caso de la Segunda Comunicación Nacional (SCN) se calcularon los inventarios de GEI de los años 1994, 2000 y 2006. Más recientemente, la Subsecretaría de Cambio Climático (SCC) del Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE), en el marco del Proyecto MAE/GEF/PNUD Tercera Comunicación Nacional y Primer Informe Bienal de Actualización (TCN/IBA), calculó los INGEI de 2010 y 2012 y realizó las actualizaciones de los inventarios de la SCN.

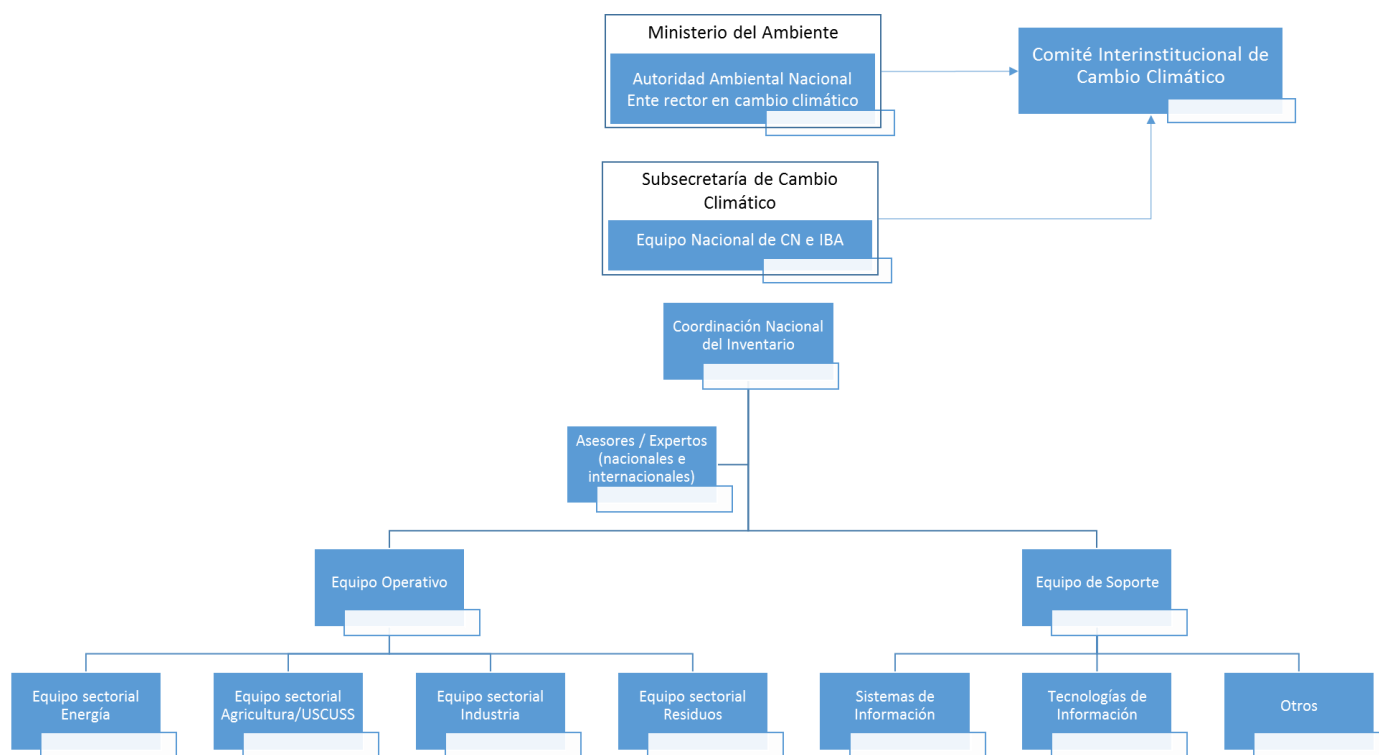
#### **6. ¿Quiénes participan en la preparación de los inventarios nacionales de GEI de Ecuador?**

El conjunto de roles, responsabilidades, procesos asociados, fases de preparación, componentes e interacciones involucrados en la estimación de los inventarios nacionales de GEI se articulan por medio del Modelo de Gestión del Sistema Nacional de Inventarios de GEI. Este se define como un esquema o marco de referencia para la administración ordenada e integrada del proceso de cálculo del INGEI, considerando el rol de las diferentes unidades, proyectos, programas e instituciones con algún nivel de involucramiento en el desarrollo del INGEI.

La Coordinación Nacional de Inventario, a cargo de la Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente, junto con los actores que funcionan como líderes sectoriales y/o técnicos en inventarios, proveedores y/o validadores sectoriales o transversales de datos e información se agrupan en el Equipo Operativo, el cual a su vez se divide en los Equipos Sectoriales de inventarios. Por su parte, el Equipo de Soporte involucra actores internos o externos, relacionados con manejo de bases de datos, tecnologías de información,

comunicación, asesoría jurídica, u otros, los cuales se involucran en función de las necesidades específicas (ver Ilustración 2).

**Ilustración 2. Organigrama funcional del Modelo de Gestión del SINGEI en Ecuador**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

## 7. ¿Cómo se calculan los inventarios nacionales de GEI?

El INGEI fue elaborado siguiendo la metodología detallada en las “Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero -versión revisada en 1996-“ (en adelante *Directrices del IPCC revisadas en 1996*), la “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero” (en adelante *GBP del 2000*) y la “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura” (en adelante *GBP del 2003*).

Los GEI evaluados fueron los siguientes: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), halocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVNM) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Para fines de reporte, las emisiones/remociones se expresan en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq) para hacerlas comparables entre sí.

Los inventarios comprenden el cálculo de las emisiones de carácter antropogénico y de absorción por sumideros de cinco de las seis<sup>3</sup> categorías definidas por las *Directrices del IPCC revisadas en 1996*:

Sector 1. Energía

Sector 2. Procesos industriales

Sector 4. Agricultura

Sector 5. Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura

Sector 6. Residuos.

Las estimaciones se realizaron aplicando la metodología de Nivel 1 o método por defecto, que emplea datos de actividad de estimaciones nacionales o mundiales y factores de emisión de la Base de Datos de Factores de Emisión del IPCC (Emission Factor Data Base –EFDB–).

En términos generales, la estimación de las emisiones de GEI se basa en la siguiente fórmula:

$$E = NA \times FE$$

**Emisión de la fuente = Nivel de actividad humana x Factor de emisión**

En donde,

*Nivel de Actividad (NA)*: se refiere a datos sobre la magnitud de la actividad humana que produce emisiones o remociones durante un período determinado de tiempo.

*Factor de Emisión (FE)*: es el coeficiente de relación entre el nivel de actividad y la cantidad de compuesto químico que es la fuente de las emisiones.

Para la preparación del inventario nacional de Ecuador, la SCC, en el contexto del Grupo de Trabajo de Inventarios, se encargó de consolidar la información, estimar las emisiones, socializar los resultados como parte del proceso de validación con los actores involucrados, realizar los procedimientos de control de calidad y finalmente preparar el reporte del INGEI. La garantía de calidad estuvo a cargo de una tercera parte calificada como revisor experto en INGEI.

El proceso de estimación se realizó en diferentes fases. En primer lugar se procedió con el **levantamiento de datos**, a partir de un mapeo de proveedores sectoriales y/o trasversales de información. Seguidamente se inició la fase de **cálculo**, que involucra el desarrollo de las estimaciones, análisis de categorías principales, determinación de la incertidumbre e

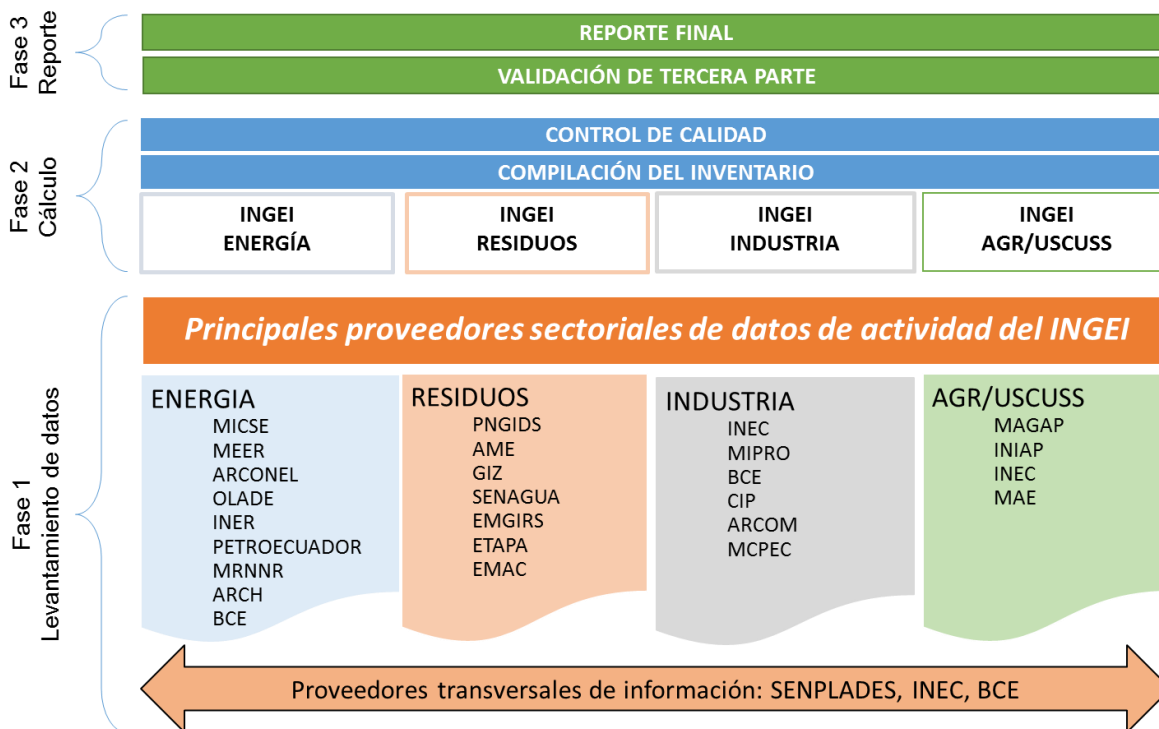
---

<sup>3</sup> La categoría “Utilización de disolventes y otros productos” no fue considerada en el cálculo del INGEI de Ecuador por carecer de información oficial.



identificación del plan de mejoras para futuros inventarios. Por último, se tiene la fase de *reporte*, que se desagrega en una validación de tercera parte o proceso de garantía de calidad, para luego concluir con el reporte final.

**Gráfico 1. Fases de preparación del INGEI**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2015) basado en MAE (2015)

El proceso de cálculo se realizó de manera sectorial, para su posterior compilación en un INGEI nacional.

**Fuentes de información:**

El inventario de emisiones del sector **Energía** se elaboró con datos de actividad provenientes del Balance Energético Nacional (BEN) que concentra los consumos energéticos del país y es elaborado por el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (MICSE). Adicionalmente, se utilizó la información entregada por el Ministerio de Recursos Naturales No Renovables (Hidrocarburos), Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) y la Empresa Pública Petroecuador (estadísticas de despacho de combustibles).

Los datos de actividad del sector **Procesos industriales** provienen principalmente del sector cementero y del sector de la producción de alimentos.

Para realizar las estimaciones del sector **Agricultura** se emplearon los datos de población pecuaria y de superficie agrícola provenientes de las bases de datos del Instituto Nacional de

Estadística y Censos (INEC). El dato de importación de fertilizantes sintéticos nitrogenados proviene del Banco Central del Ecuador (BEC).

La estimación de emisiones y remociones del sector **USCUSS** se realizó a partir de la matriz de cambio de uso de suelo del Mapa Histórico de Deforestación del Ecuador Continental (MHDEC) de 2014, elaborado por el MAE con apoyo del Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP). Adicionalmente se emplearon datos de áreas de bosque nativo que se encontraban bajo protección en el marco del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y el Programa Socio Bosque, en los años de estudio. Las estimaciones de pérdida de biomasa en bosque se realizaron con base en estadísticas de talas comerciales proporcionadas por la Dirección Nacional Forestal del MAE, datos de aprovechamiento en plantaciones forestales con fines comerciales del MAGAP y los datos de producción de leña publicados en el Balance Energético Nacional del MICSE. Con respecto a los factores de emisión, es importante destacar que se emplearon datos nacionales de las reservas de carbono en bosque nativo, información proveniente de la Evaluación Nacional Forestal de Ecuador.

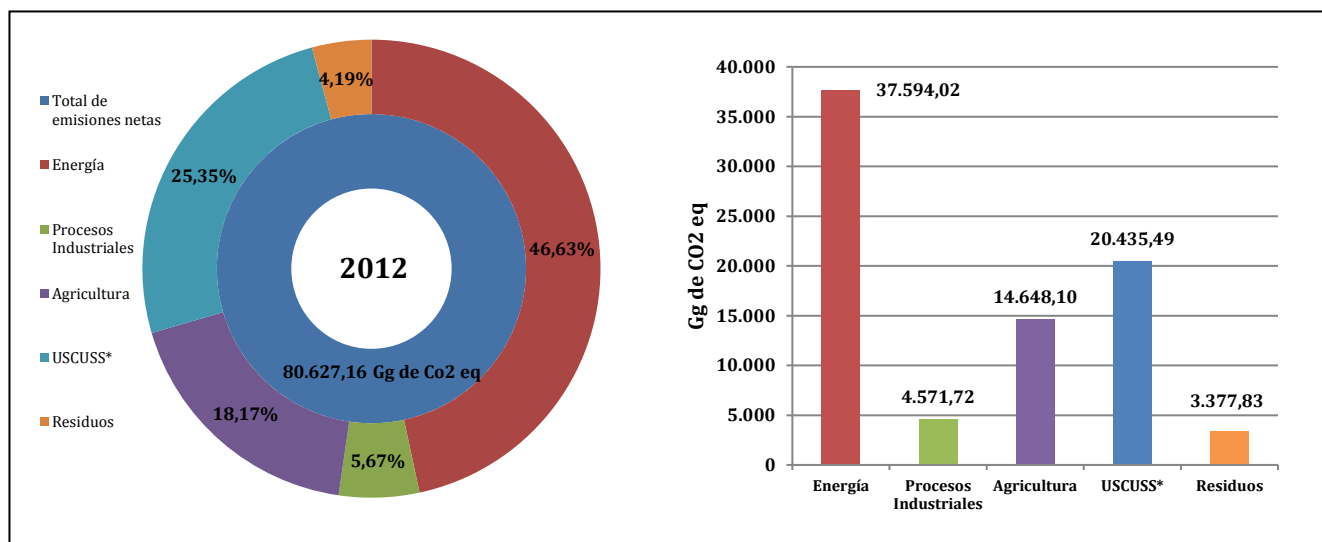
En el caso del sector **Residuos**, los datos sobre la cantidad de residuos llevados a disposición final provienen principalmente del Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS) del MAE. Para los datos de actividad de la categoría de aguas residuales se empleó información estadística proveniente en su mayoría del INEC. La tasa de actividad utilizada para estimar las emisiones de N<sub>2</sub>O corresponde al valor del consumo medio anual per-cápita de proteína para Ecuador, dato publicado por FAO.

## 8. ¿Cuántas emisiones de GEI genera Ecuador?

Las emisiones totales del INGEI 2012 de Ecuador ascienden a 80.627,16 Gg de CO<sub>2</sub> eq, de los cuales el sector Energía genera el mayor aporte con el 46,63% de dichas emisiones, seguido del sector USCUSS con el 25,35% de las emisiones totales netas (valor neto resultante de las emisiones menos las absorciones). El tercer lugar lo ocupa el sector Agricultura con el 18,17% de los GEI emitidos a la atmósfera. Los sectores Procesos industriales y Residuos representan en conjunto el 10% aproximadamente de las emisiones del país, registrando el 5,67% y 4,19%, en cada caso (

Gráfico 2).

Gráfico 2. Distribución de emisiones netas del INGEI 2012



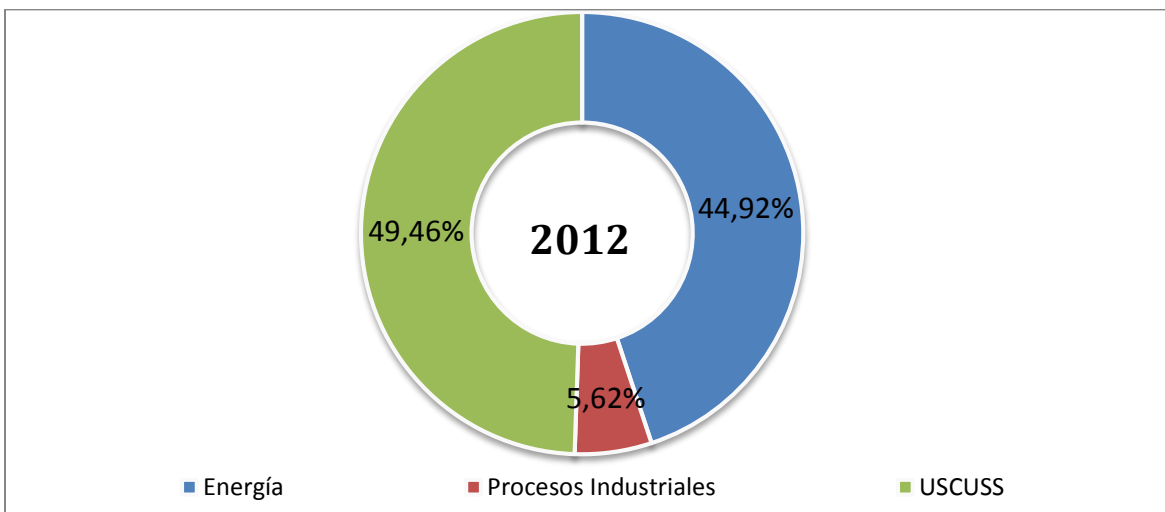
\*emisiones netas (emisiones – remociones)

Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

## Dióxido de Carbono

Las emisiones totales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provienen principalmente del sector USCUSS (49,46%) (Gráfico 3). Por su parte, el sector de Energía aportó con 36.512,75 Gg de CO<sub>2</sub> eq por la Quema de combustible, representando un 44,92% de las emisiones de este gas. El sector de Procesos industriales generó 4.571,72 Gg de CO<sub>2</sub> eq provenientes de la Industria de los minerales, el 5,62% de las emisiones totales de dicho gas.

Gráfico 3. Distribución sectorial de emisiones de CO<sub>2</sub>



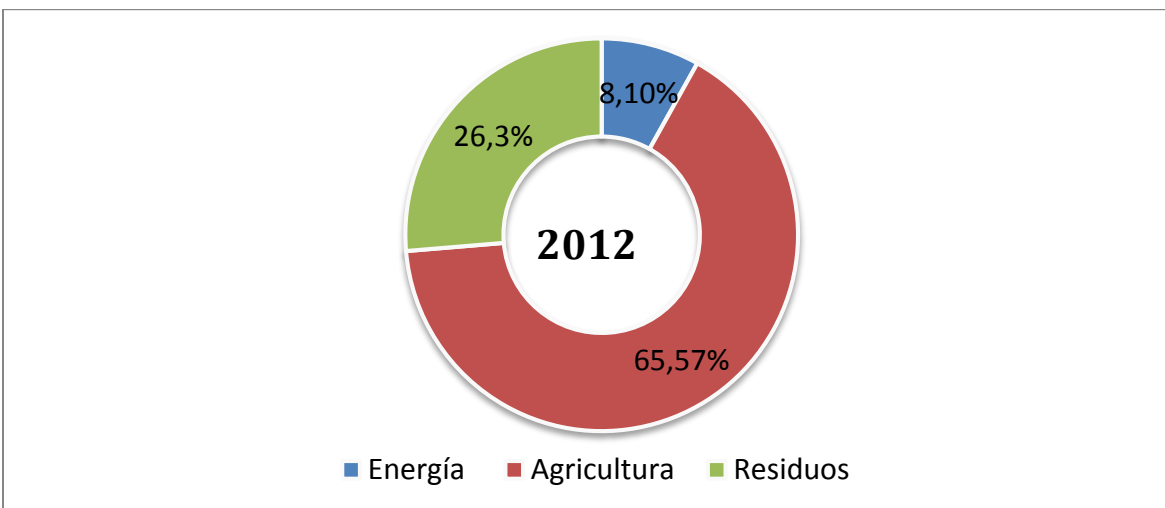
Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

### Metano

Para el año 2012 se contabilizaron emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) por un total de 11.724,12 expresadas en Gg de CO<sub>2</sub> eq, que se generaron principalmente en el sector Agricultura, representando el 65,57% del total de este gas, seguido por el sector Residuos que aportó el 26,33% y finalmente el sector Energía con un 8,10% del total de emisiones de CH<sub>4</sub> (Gráfico 4).

Las emisiones más importantes de CH<sub>4</sub> del sector Agricultura provienen de la categoría Fermentación entérica con el 82,74% de las emisiones sectoriales, seguida de las emisiones de la categoría Cultivo de arroz con el 14,25%.

Gráfico 4. Distribución sectorial de emisiones de CH<sub>4</sub>



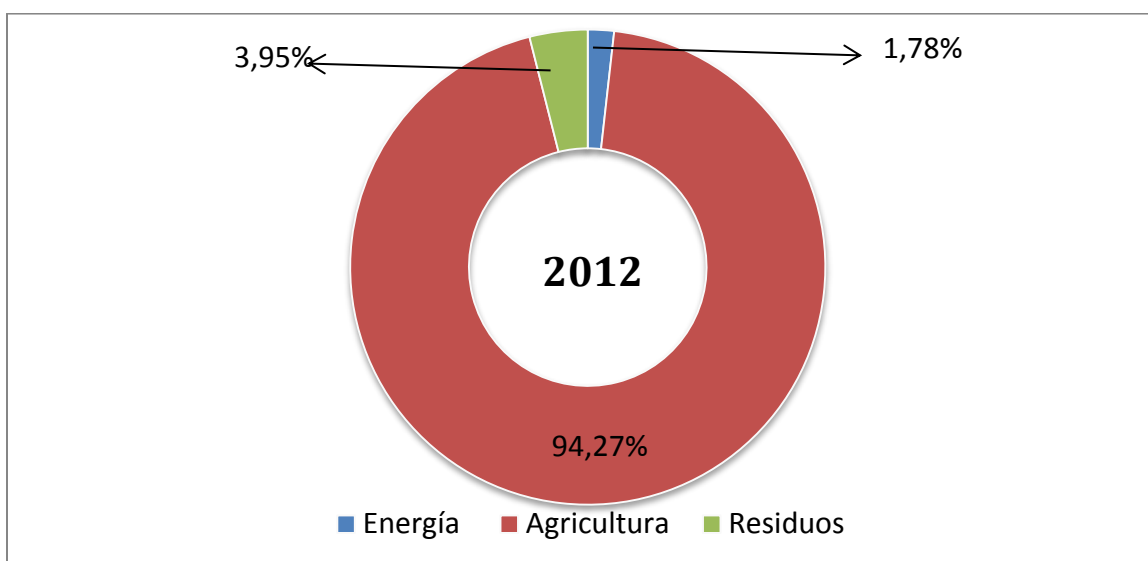
Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

## Óxido Nitroso

En el año 2012 las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) fueron de 7.383,08 expresados en Gg de CO<sub>2</sub> eq. El sector Agricultura contribuyó significativamente con un 94,27%, seguido del sector Residuos con el 3,95%, mientras que al sector Energía sólo se atribuye el 1,78% (Gráfico 5).

La categoría con mayor aporte del sector Agricultura fue Suelos agrícolas, correspondiendo al 97,58% de las emisiones de N<sub>2</sub>O del sector.

**Gráfico 5. Distribución sectorial de emisiones de N<sub>2</sub>O**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

## Análisis de Categorías Principales del INGEI 2012

Las categorías principales son aquellas iguales o superiores al 95% del total acumulativo de las emisiones de GEI. Los resultados se expresan en términos del aporte absoluto, e incluyen las incertidumbres de emisiones y absorciones de los GEI.

**Tabla 1. Categorías principales identificadas en el INGEI 2012 para el Ecuador**

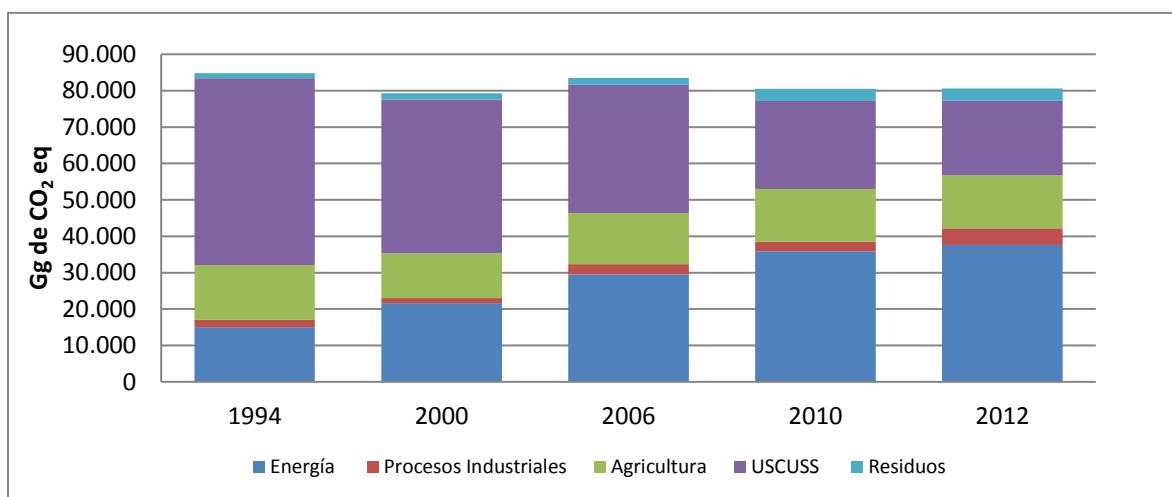
| Código y Categorías del IPCC |  | Sector                | GEI | Evaluación del Nivel Incluyendo USCUS |
|------------------------------|--|-----------------------|-----|---------------------------------------|
| 5B2                          | Emisiones de Tierras convertidas en tierras de cultivo                     | USCUS                 | CO2 | 0,32                                  |
| 5A1                          | Emisiones de Tierras forestales que siguen siendo tierras forestales       | USCUS                 | CO2 | 0,48                                  |
| 1.A.3                        | Fuentes móviles de combustión en Transporte por carretera                  | Energía               | CO2 | 0,61                                  |
| 1.A.1                        | Emisiones de fuentes fijas en Industria Energía                            | Energía               | CO2 | 0,71                                  |
| 4.D                          | Emisiones directas procedentes de Suelos agrícolas                         | Agricultura           | N2O | 0,76                                  |
| 4.A                          | Emisiones de la Fermentación entérica del ganado doméstico                 | Agricultura           | CH4 | 0,82                                  |
| 1.A.2                        | Emisiones de fuentes fijas de la Industria Manufacturera y la construcción | Energía               | CO2 | 0,86                                  |
| 2.A.1                        | Emisiones de la Producción de cemento                                      | Procesos industriales | CO2 | 0,90                                  |
| 6.A                          | Emisiones de Vertederos de desechos sólidos                                | Residuos              | CH4 | 0,92                                  |
| 1.A.4                        | Emisiones de fuentes fijas de Otros sectores (Residencial)                 | Energía               | CO2 | 0,94                                  |

Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

## Tendencia de las emisiones de GEI de Ecuador, serie histórica 1994 - 2012

Las emisiones de GEI, incluyendo el sector USCUS, se han mantenido en un rango máximo de 84.817,36 Gg de CO<sub>2</sub> eq en 1994, y un mínimo de 79.252,71 Gg de CO<sub>2</sub> eq registrado en 2000. Con respecto a la variación de emisiones durante el período destaca la reducción en 4,94 puntos porcentuales en 2012 versus 1994, con variaciones intertemporales que promedian -1,16%. En el año 2000 se registró un descenso de 6,56% de las emisiones respecto a la estimación anterior. En el año 2006 se recupera el nivel de emisiones en 5,32%. A lo largo de la serie temporal se observa que los sectores de mayor influencia en las emisiones totales del país son Energía y USCUS. (Gráfico 6).

Gráfico 6. Tendencia de emisiones de GEI en Ecuador incluyendo USCUS, serie 1994 - 2012



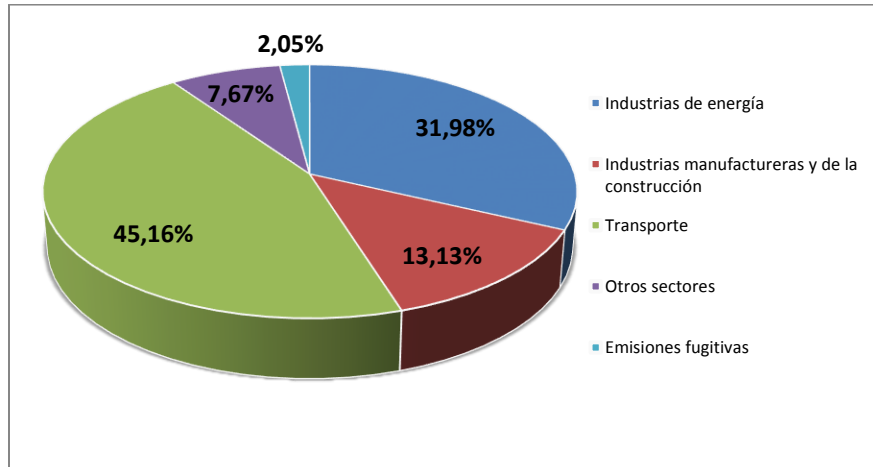
Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

## Sector Energía

Las emisiones totales del sector Energía para el año 2012 ascienden a 37.594,03 Gg de CO<sub>2</sub>-eq. En este sector la categoría Quema de combustibles aporta con el 97,95% del total del

sector y la categoría Emisiones fugitivas provenientes de los combustibles con el 2,05%. Los GEI considerados en este sector son CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

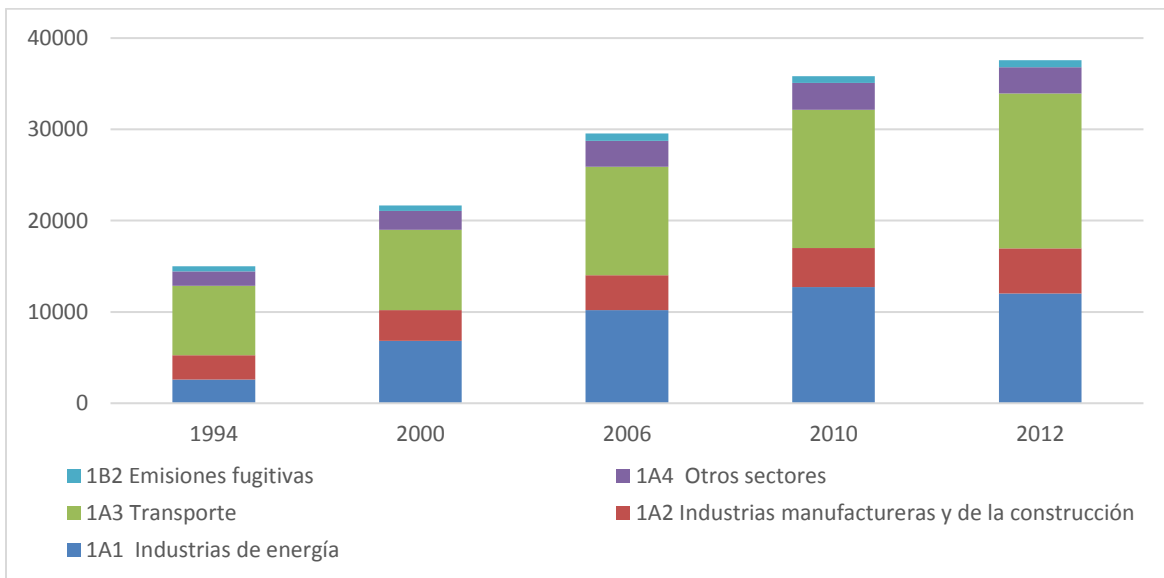
**Gráfico 7. Distribución de emisiones de GEI en el sector Energía, año 2012**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

Las emisiones del sector Energía, durante el período analizado, muestran una marcada tendencia creciente, con tasas de variación intertemporal que propenden a estabilizarse progresivamente, pasando de 45,79% en 2000 a 4,96% el último año de la serie.

**Gráfico 8. Tendencia de emisiones por subcategorías del sector Energía, serie 1994- 2012**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

Los gases de efecto invernadero emitidos en el sector energético en 2012 se incrementaron en 150,71% con respecto a 1994, debido principalmente a la evolución de la categoría de Quema de combustibles.

## **Quema de combustibles**

La categoría Quema de combustibles agrupa a la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para proporcionar energía a un proceso, ya sea como calor o como trabajo mecánico, o bien para aplicaciones fuera del aparato. Está conformada por las subcategorías Industrias de la energía, Industrias manufactureras y de la construcción, Transporte y Otros sectores, todas las cuales forman parte de las categorías principales de emisiones de GEI en el Ecuador para el año 2012 (ver Tabla 1).

Esta categoría es la principal emisora de GEI del sector en el país. Para el año 2012 las emisiones fueron de 36.822,54 Gg de CO<sub>2</sub> eq que supone el 45,67% del total de las emisiones en el país. Durante el periodo analizado esta categoría presentó un crecimiento sostenido de las emisiones, siendo la variación porcentual de 154,72 en 2012 versus 1994 (Gráfico 8).

*Industrias de la energía* incluye las emisiones de GEI generadas por los procesos de combustión en las industrias de generación de electricidad, refinación de petróleo, manufactura de combustibles sólidos y centros de tratamiento de gas. Representa el 32,65% de las emisiones de la categoría Quema de combustibles, según los resultados del último año estimado. De acuerdo con el análisis de tendencias, se observa un incremento de 361,23% desde 1994.

*Industrias manufactureras y de la construcción* generan 4.937,84 Gg de CO<sub>2</sub> eq de las emisiones de la categoría (13,41%), por el uso de combustibles en la producción de minerales no metálicos (cemento). La serie histórica registra incrementos que se mantienen por encima de 10%. Con respecto a las emisiones de 1994, esta subcategoría creció 86,04%.

*Transporte* es el principal responsable de las emisiones de la categoría, cuyas emisiones fueron de 16.977,02 Gg de CO<sub>2</sub> eq en 2012, representando 46,10% de la categoría y 45,16% de las emisiones totales. En esta subcategoría se registró un incremento de 123,27% con relación a 1994, siendo la variación intertemporal promedio de 22,58% para todo el período. En particular, la categoría (1A3) Fuentes móviles de combustión (Transporte por carretera) es una categoría principal de emisiones en el país. Al observar la tendencia, se evidencia un comportamiento más estable a partir de 2010. Esto pudiera estar relacionado con la incorporación al parque vehicular de tecnologías más modernas por medio de incentivos tributarios<sup>4</sup>. Otro factor adicional sería el mejoramiento de la calidad de los combustibles

---

<sup>4</sup> <http://www.sri.gob.ec/de/151> (página web visitada el 16/11/2016)



llevado a cabo por EP-Petroecuador a través del Plan de Mejoramiento de Combustibles cuya meta en su primera etapa (2011) consistió en reducir el contenido de azufre de 2000ppm a 650ppm en las gasolinas súper y extra y en el diésel Premium que se expenden en el país<sup>5</sup>.

La categoría *Otros sectores* involucra las emisiones provenientes de los sectores comercial, institucional, residencial, agricultura, silvicultura y pesca. Contribuye con 2.921,67 Gg de CO<sub>2</sub> eq (8,33%) dentro de la categoría, lo que supone un incremento de 81,29% versus 1994. Es importante señalar que para el año 2012 la categoría (1A4) Quema de combustibles en Otros Sectores (residencial) es categoría principal de emisiones.

### **Emisiones fugitivas provenientes de los combustibles**

La categoría Emisiones fugitivas provenientes de los combustibles agrupa las emisiones de todas las actividades de petróleo y gas natural que incluye las fugas de equipos, pérdidas por evaporación, el venteo y la quema.

Esta categoría incorpora la subcategoría de Petróleo y gas natural, cuyas emisiones de CH<sub>4</sub> para el año 2012 fueron de 771,48 de Gg de CO<sub>2</sub> eq. Durante el período 1994-2012 las Emisiones fugitivas se incrementaron en 43,15%.

### **Sector Procesos industriales**

Las emisiones totales del año 2012 para el sector Procesos industriales se estimaron en 4.571,72 Gg de CO<sub>2</sub> eq. De acuerdo con la desagregación de las emisiones relevantes para el Ecuador, sólo se registra la categoría Productos minerales a la cual le corresponde el 100% de las emisiones sectoriales. En el contexto nacional esta categoría incluye las emisiones de la subcategoría Producción del cemento que involucra el proceso de fabricación del cemento y emisiones provenientes de la producción de cal.

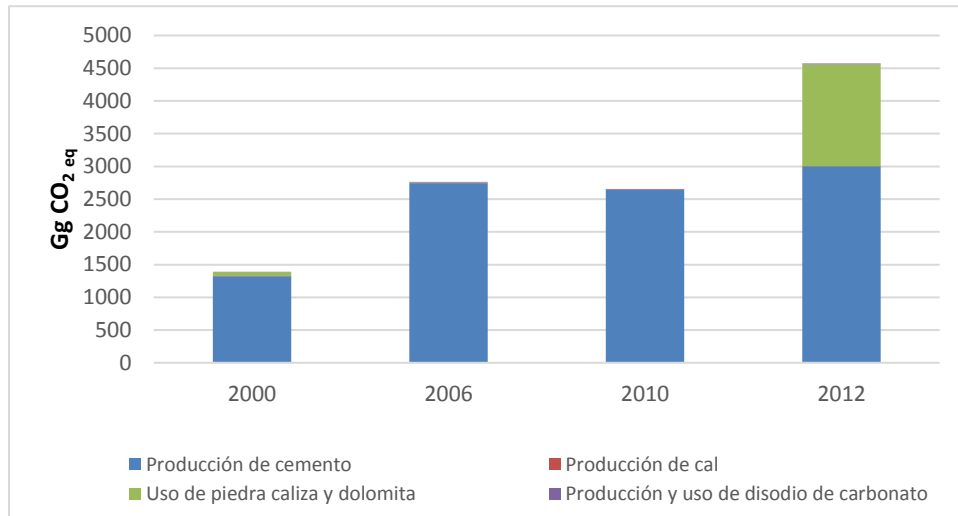
De acuerdo con la serie histórica, el crecimiento de las emisiones alcanzó 124,45% desde 1994, lo cual debe su explicación al ritmo de actividad económica en el país, las políticas de acceso al crédito para la vivienda de los últimos años, así como la inversión del sector público en obras de infraestructura a nivel del territorio nacional.

---

<sup>5</sup> Boletín No. 048 EP-Petroecuador



**Gráfico 9. Tendencia de emisiones por subcategoría del sector Procesos Industriales, serie 1994-2012**

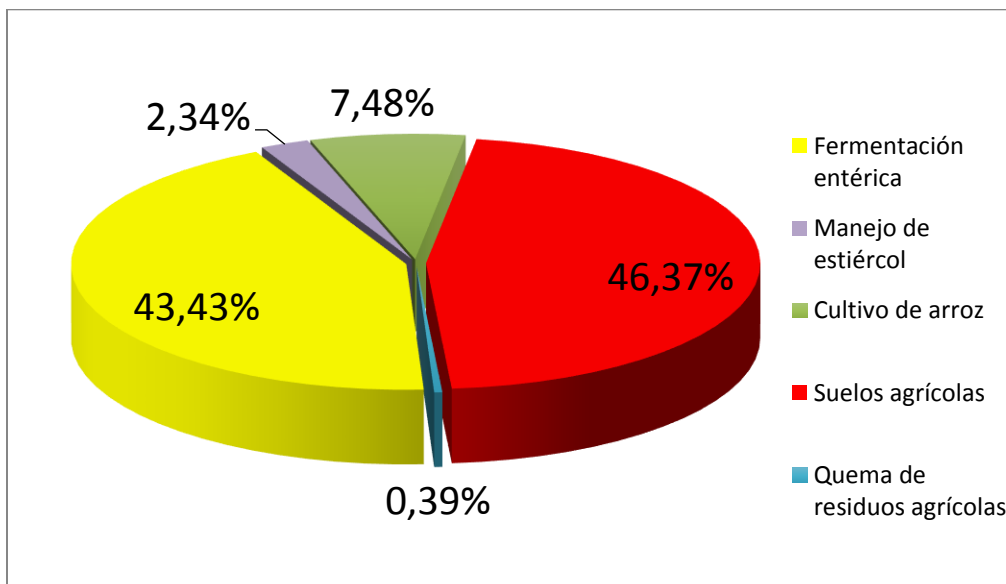


Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

## Sector Agricultura

Las emisiones del sector Agricultura ascienden a 14.648,10 Gg de CO<sub>2</sub> eq para el año 2012, representando el tercer lugar con el 18,17% del INGEI total.

**Gráfico 10. Distribución de emisiones de GEI en el sector Agricultura, año 2012**

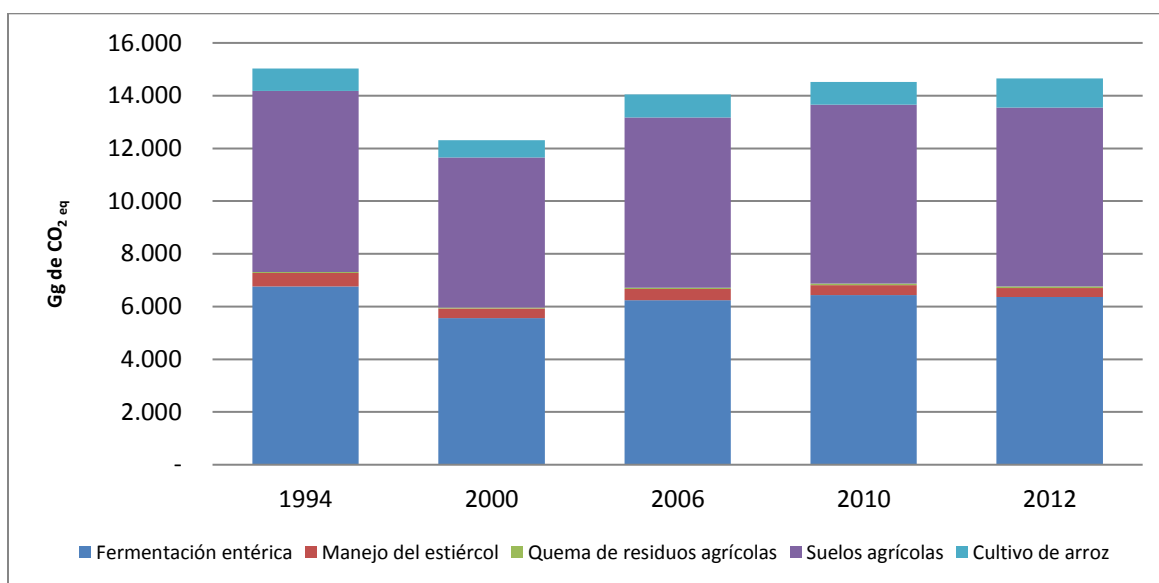


Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

Los principales gases de efecto invernadero emitidos en el sector son el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) que representan 52,48% y 47,52%, respectivamente. No se contabilizan emisiones de CO<sub>2</sub> en este sector.

De acuerdo con el Gráfico 11, las emisiones del sector Agricultura presentan una reducción de 2,54% en 2012 respecto a 1994.

**Gráfico 11. Tendencia de emisiones por categoría del sector Agricultura, serie 1994- 2012**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

### Fermentación entérica

En esta categoría el metano se produce como subproducto de procesos digestivos, mayormente en animales de estómago compuesto (rumiantes, como vacunos y, ovinos), aunque hay animales no rumiantes (p. ej. cerdos, caballos) que también emiten CH<sub>4</sub>.

Las especies incorporadas a nivel nacional son: ganado vacuno (desagregado en ganado lechero y ganado no lechero), ovinos (ovejas), caprinos (cabras), camélidos (llamas y alpacas), equinos (caballos), mulas y asnos, porcinos (cerdos).

En el año 2012 las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 6.361,04 Gg de CO<sub>2</sub> eq que contribuyen con un 43,43% dentro del sector (ver Gráfico 11). Esta categoría es la que registra el mayor aporte a las emisiones de CH<sub>4</sub> sobre el INGEI total (54,26%). La Fermentación entérica se redujo en 5,90% en 2012 con relación a 1994.

## **Manejo del estiércol**

El CH<sub>4</sub> se produce a partir de la descomposición del estiércol en condiciones anaeróbicas, provenientes mayoritariamente del ganado vacuno (desagregado en ganado lechero y ganado no lechero), ovinos, caprinos, equinos, mulas y asnos, camélidos sudamericanos, porcinos y aves de corral.

Por su parte, el N<sub>2</sub>O se produce bajo condiciones aeróbicas o a partir de una mezcla de condiciones aeróbicas y anaeróbicas. Las emisiones de este tipo de GEI consideran los sistemas de manejo de estiércol del almacenamiento sólido y parcelas secas, de sistemas líquidos y otros sistemas de manejo de estiércol para las distintas categorías de animales. Las emisiones de N<sub>2</sub>O de las excretas procedentes del pastoreo directo, son consideradas en la categoría de Suelos agrícolas.

En el año 2012 las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 342,10 Gg de CO<sub>2</sub> eq que contribuye con un 2,34% dentro del sector. Con respecto a 1994 las emisiones disminuyeron en 32,93%.

## **Cultivo de arroz**

En los cultivos de arroz el CH<sub>4</sub> se produce a partir de la descomposición anaeróbica del material orgánico en los arrozales inundados que se libera al ambiente a través de burbujas de agua y mediante el transporte a través de las plantas de arroz.

En el año 2012 las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 1.095,47 Gg de CO<sub>2</sub> eq (7,48%) dentro del sector. Las emisiones se han incrementado en 28,68% desde 1994.

## **Suelos agrícolas**

En esta categoría se contabilizan las emisiones de N<sub>2</sub>O producidas en la superficie del suelo gracias a los procesos microbianos. Las emisiones son el resultado de la cantidad de nitrógeno que se agrega al suelo a través de los fertilizantes sintéticos nitrogenados, residuos animales, residuos de cultivos, cultivos fijadores de nitrógeno y la mineralización del nitrógeno del suelo debido al cultivo de suelos orgánicos. Este gas es el segundo en importancia dentro del sector.

Las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 6.791,97 Gg de CO<sub>2</sub> eq en 2012 contribuyendo con un 46,37% dentro del sector, aunque presentan un descenso del 1,13% con respecto a 1994.

## **Quema en el campo de los residuos agrícolas**

La práctica de quema de residuos agrícolas en el campo es recurrente en el país durante los ciclos de cultivo. Esta categoría constituye una fuente de emisiones de gases en baja concentración, entre ellos el CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub>.

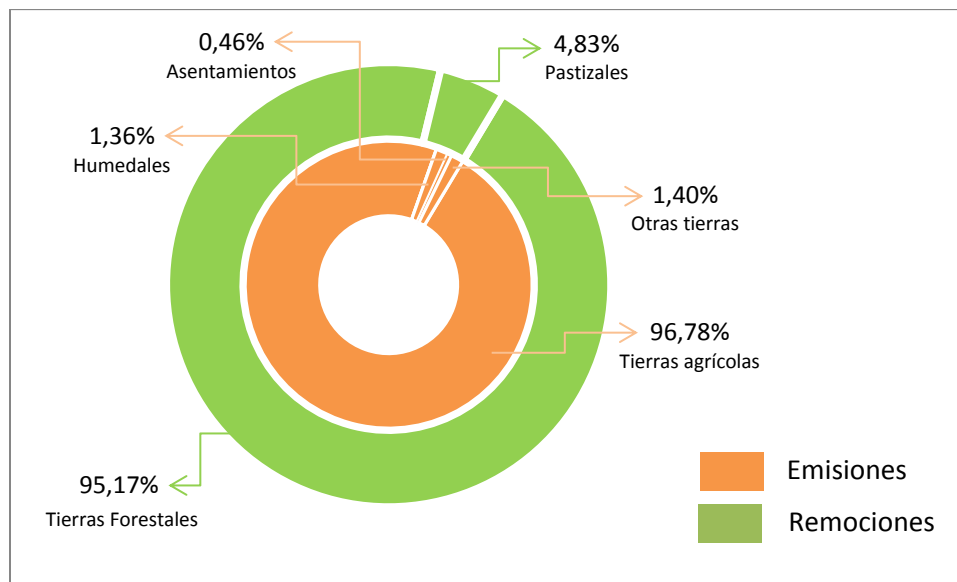
En el año 2012 las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 57,52 Gg de CO<sub>2</sub>-eq que contribuye con un 0,39% dentro del sector. Esta categoría registra el mayor incremento dentro del sector desde 1994, ubicándose en 49,66%.

## Sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

El sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS) está compuesto por las emisiones y capturas de CO<sub>2</sub> provenientes de Tierras forestales, Pastizales, Tierras agrícolas, Humedales, Asentamientos y Otras tierras. Las emisiones se producen al existir “cortas” (raleos o cosechas) de plantaciones forestales, de bosque nativo manejado y cambio de uso de suelo. Las fuentes de captura de carbono son principalmente producto del crecimiento del bosque bajo un régimen especial de protección, plantaciones de especies forestales y abandono de tierras de cultivo.

Para el año 2012 las emisiones totales netas (emisiones menos absorciones) del sector USCUSS se ubicaron en 20.435,49 Gg de CO<sub>2</sub> eq (siendo 25,35% del inventario total). El total de absorciones de este sector fue de -19.769,68 Gg de CO<sub>2</sub> debido a los cambios de stocks de carbono de la biomasa (Gráfico 12).

**Gráfico 12. Distribución de emisiones y absorciones de GEI en el sector USCUSS, año 2012**

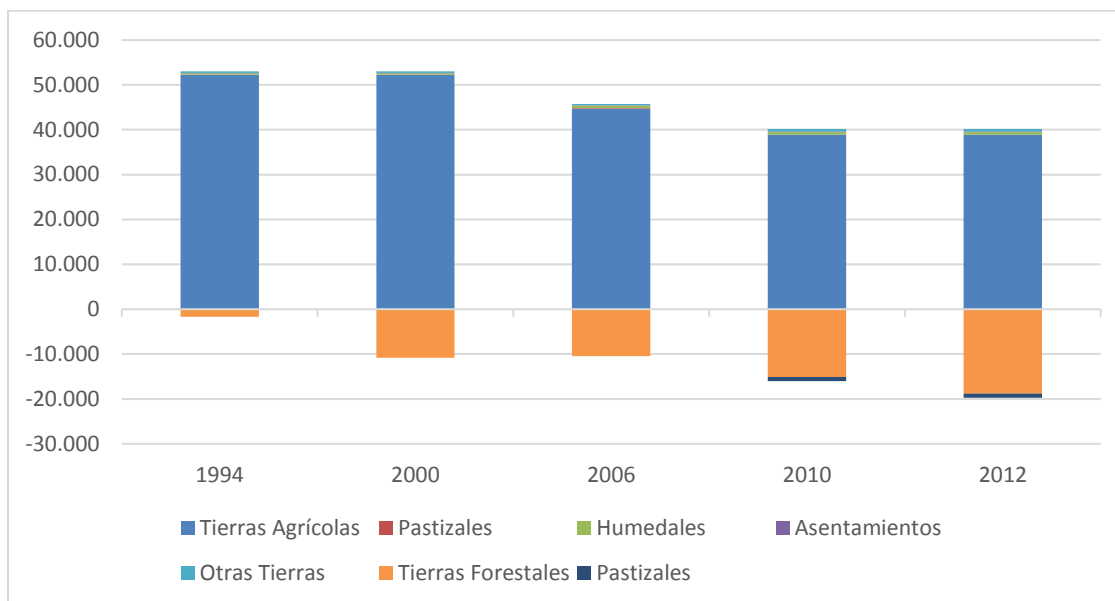


Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

Los resultados de la serie temporal muestran una disminución sostenida de las emisiones netas a lo largo del periodo de estudio, debido principalmente al incremento de las absorciones y la reducción de emisiones brutas en la categoría de Tierras agrícolas.

La reducción de las emisiones netas del sector USCUS fue de 60,18% desde 1994, con una variación intertemporal promedio del 20% (Gráfico 13).

**Gráfico 13. Tendencia de emisiones y absorciones del sector USCUS, serie 1994-2012**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

## Tierras forestales

Las fuentes de emisión y absorciones en esta categoría son: absorción por incremento de biomasa forestal aérea y subterránea de plantaciones forestales y de bosque nativo que se encuentra bajo régimen especial de protección. Las emisiones provienen de la cosecha de trozas de plantaciones forestales, bosque nativo y extracción de leña contabilizada como biomasa aérea.

En 2012, el balance de GEI de esta categoría contabilizó -18.814,40 Gg CO<sub>2</sub>. A nivel de subcategoría, las Tierras forestales que permanecen como tales son las que aportan con la mayoría de las absorciones (98,48%).

Las absorciones presentaron un crecimiento de 1013,77% desde 1994. Al revisar la serie histórica se evidencia un primer incremento considerable en el 2000 respecto a 1994 presentando una variación de 538,92%, debido principalmente a un incremento en la superficie de bosque bajo protección y a una disminución considerable, reportada en las estadísticas de talas comerciales. Este comportamiento podría tener su causa en la disminución del consumo doméstico de productos forestales, que se registró a partir del año

2000 como resultado de la crisis económica que afectó al país en ese periodo<sup>6</sup>. De manera similar, en 2012 se registra un aumento de 44,40% de las absorciones en comparación con el 2006, debido al incremento de superficie de bosque protegido, que obedece principalmente al impacto positivo de las políticas nacionales de conservación como el Programa Socio Bosque (PSB) y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).

### **Tierras agrícolas**

En esta categoría se considera la superficie de Tierras agrícolas desglosada por tipos de cultivos de acuerdo a la leyenda temática de tipos de cobertura y uso de la tierra del MHDEC 2014. Las tierras agrícolas incluyen cultivos anuales, perennes y pastos cultivados.

En 2012 los GEI de esta categoría se ubicaron en 38.911,70 Gg CO<sub>2</sub> eq que representa el 96,78% del total sectorial, constituyéndose en la principal fuente de emisiones. No obstante, se registra un descenso de -25,50% desde 1994. Este comportamiento se debe principalmente a la disminución de la superficie de tierras forestales que se convierten en tierras agrícolas.

### **Pastizales**

En esta categoría se considera la superficie de vegetación arbustiva y herbácea desglosada de acuerdo a la leyenda temática de tipos de cobertura y uso de la tierra del MHDEC de 2014.

La captura de carbono proviene del abandono de cultivos y considera tasas de crecimiento anual de vegetación arbustiva y herbácea. Las emisiones provienen de la transición de plantaciones forestales y cultivos permanentes a la categoría de pastizales.

En el 2012 las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron como remociones -955,28 Gg CO<sub>2</sub> eq.

En los años 2010 y 2012 se evidencia una ligera contribución de la categoría Pastizales de 5,96% y 4,83% respectivamente al total de absorciones. Esto se debe a un aumento en la superficie de Tierras agrícolas que se convierten a la categoría de Pastizales, lo cual resulta en un incremento de la captura de carbono generada principalmente por el crecimiento de vegetación arbustiva.

### **Humedales**

En esta categoría se considera la superficie de cuerpos de agua artificiales identificada en la matriz de cambio del MHDEC 2014. Las emisiones provienen de la pérdida de biomasa viva de tierras que se convierten en humedales.

---

<sup>6</sup> ITTO (2004). Consecución del objetivo 2000 y la ordenación forestal sostenible en Ecuador. Interlaken, Suiza. (Pág. 57).



En el 2012 los gases de efecto invernadero de esta categoría contabilizaron 546,31 Gg CO<sub>2</sub> eq que supone el 1,36% de las emisiones del sector. Por su parte, la serie temporal refleja un incremento de 132,95% desde 1994.

### **Asentamientos**

En esta categoría se considera la superficie de asentamientos desglosada de acuerdo a la leyenda temática de tipos de cobertura y uso de la tierra del MHDEC 2014. Las emisiones provienen de la pérdida de biomasa de bosques que se convierten en asentamientos.

Las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 184,46 Gg CO<sub>2</sub> eq en 2012 (0,46%), mientras que el incremento de la serie temporal se ubicó en 109,07% respecto a 1994.

### **Otras tierras**

En esta categoría se consideran la superficie de Otras tierras desglosada de acuerdo a la leyenda temática de tipos de cobertura y uso de la tierra del MHDEC 2014. Las emisiones provienen de la pérdida de biomasa producto de la transición de Tierras que se convierten en Otras tierras.

Las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 562,70 Gg CO<sub>2</sub> eq, que representan 1,40% en 2012. La serie temporal refleja un incremento de las emisiones, el cual se ubica en 59,73% desde 1994.

## **Sector Residuos**

Este sector contabiliza las emisiones de GEI generadas por las reacciones anaeróbicas que se producen desde la descomposición de los residuos orgánicos depositados en vertederos de residuos sólidos, las procedentes de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas y los efluentes industriales, así como las producidas en la incineración sin recuperación de energía<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> En el caso de Ecuador, la incineración de residuos no fue valorada por no disponer de datos estadísticos nacionales.

Las emisiones del sector Residuos alcanzaron 3.377,83 Gg de CO<sub>2</sub> eq para el año 2012, correspondiendo en su mayoría a la categoría de Disposición de residuos sólidos con un

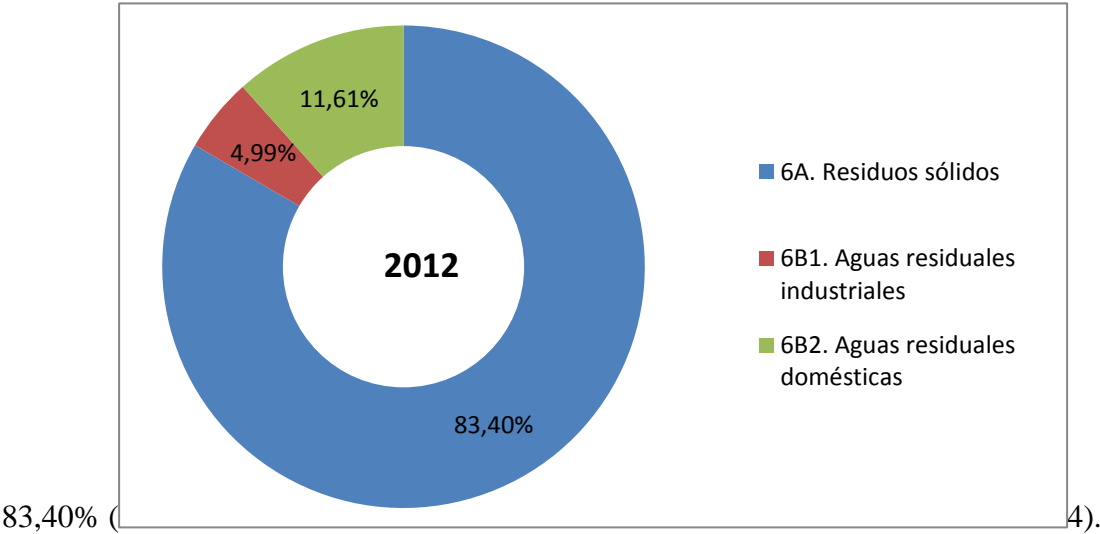
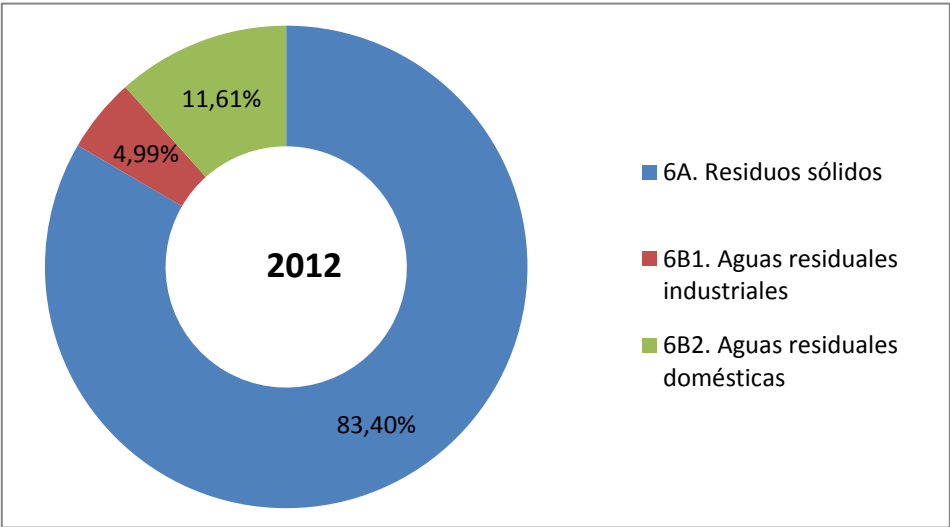


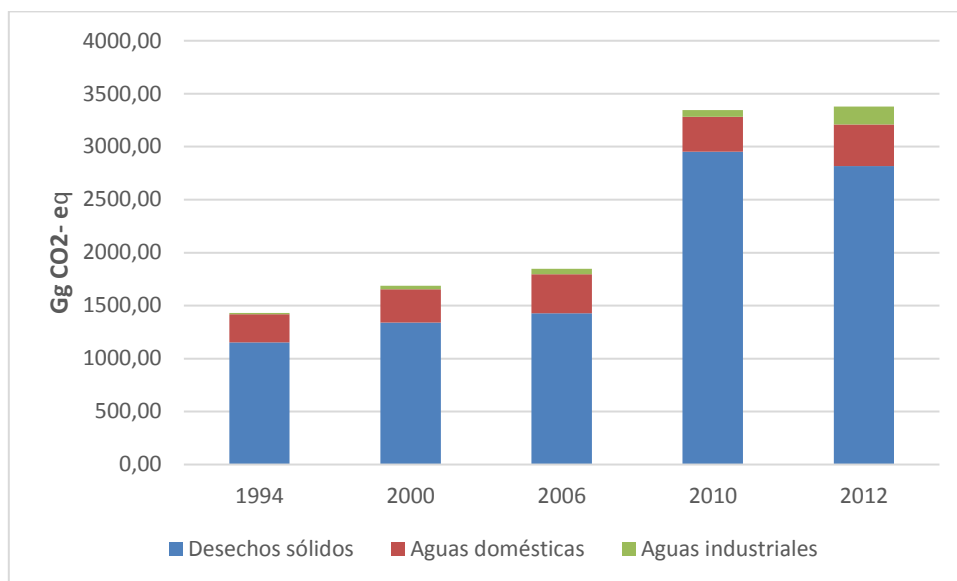
Gráfico 14. Distribución de emisiones de GEI en el sector Residuos, año 2012



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

La serie temporal del sector Residuos registra una tendencia creciente sostenida, que alcanza una variación de 135,63% desde 1994.

**Gráfico 15. Tendencia de emisiones del sector Residuos, serie 1994-2012**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

Con respecto a los GEI más relevantes del sector, destaca la evolución del CH<sub>4</sub> desde el año 1994 hasta el año 2012 (144,66%), proveniente de la disposición de residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales domésticas y de efluentes industriales. Este resultado es compatible con el crecimiento poblacional.

En cuanto a las emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes del manejo de aguas servidas domésticas, se incrementan en 69,43% desde 1994.

### **Disposición de residuos sólidos**

Se consideran las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del tratamiento y eliminación de los residuos sólidos municipales. Las subcategorías incluidas dependen de las características del sitio de disposición final, es decir; si son residuos gestionados o no gestionados.

El GEI emitido por esta categoría es el CH<sub>4</sub> aportando el 91,27% de las emisiones del sector para el año 2012, el cual a su vez representa un aumento del 144,14% con respecto a 1994. Con respecto al 2010 se pudo evidenciar una reducción de emisiones del 4,5% posiblemente debido a los resultados de iniciativas como el PNGIDS y a mejoras en la legislación ambiental vigente (Gráfico 5).

### **Tratamiento de aguas residuales**

Esta categoría considera las emisiones de CH<sub>4</sub> de las reacciones de tipo anaeróbico que ocurren durante el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.

Las emisiones totales de CH<sub>4</sub> para esta categoría fueron de 269,29 Gg de CO<sub>2</sub> eq que corresponde al 7,97% del total del sector residuos para el año 2012. Durante el lapso analizado se registra un incremento de 1.168,17% vinculado principalmente al crecimiento poblacional.

### **Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O - excretas humanas**

Las emisiones de N<sub>2</sub>O provienen en su totalidad de la subcategoría Excretas humanas que fueron de 291,43 Gg de CO<sub>2</sub> eq para el año 2012 (8,63%).

La tendencia muestra un incremento de 0,55 a 0,94 Gg/año en el periodo 1994 a 2012, debido al crecimiento poblacional y a un mayor consumo de proteína.