Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático

Inventario nacional de gases de efecto invernadero de El Salvador: Año de referencia: 1994

Coordinador técnico: Ismael Sánchez - Departamento de Ciencias Energéticas de la UCA
1998

1. El efecto invernadero y el cambio climático

La atmósfera es esencial para la vida sobre la tierra. Durante más de tres mil millones de años, la atmósfera de la tierra ha sido modelada y modificada por las interacciones con los organismos vivientes. Sin embargo, hasta antes de la revolución industrial, los seres humanos no habían tenido efectos significativos sobre dichos procesos.

Los gases de efecto invernadero (GEI) que se encuentran en la atmósfera baja (troposfera) tales como el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso, tienen la propiedad de dejar pasar la radiación solar (ondas cortas) y de retener una parte de la radiación emitida por la tierra (ondas largas o infrarrojas), reenviándola de nuevo en varias direcciones, particularmente hacia la superficie terrestre. De esa forma, los GEI retienen una parte de calor en la atmósfera, impidiendo que se escape hacia el espacio. Este proceso de retención del calor es conocido como "efecto de invernadero", y gracias a éste la temperatura media global de la tierra es mantenida a unos 15°C, la ausencia de éste provocaría una temperatura de -18°C, y la vida tal como la conocemos no sería posible.

Con el inicio de la Revolución Industrial en 1750, y particularmente desde inicios del siglo XX, las emisiones de GEI provenientes de diversas actividades humanas se han intensificado, provocando un incremento de 30% de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera. Las actividades que más han contribuido a dicho fenómeno han sido: el consumo de combustibles fósiles, intensificado con el proceso de industrialización, la agricultura, la deforestación y el cambio de uso del suelo.

El sistema climático, compuesto por la atmósfera, la biosfera, la geosfera, la hidrosfera y la criosfera; mediante una serie de procesos interactivos, ha mantenido un equilibrio entre la energía solar entrante y la energía terrestre saliente. Debido al incremento de las concentraciones de las gases de efecto invernadero en la atmósfera, ésta ha aumentado su capacidad de retener radiación terrestre, lo que significa que el ritmo con que se emite energía hacia el espacio es más lento que con el que entra, provocándose una acumulación de energía. Dicha variación se conoce como forzamiento radiativo positivo.

Para que el equilibrio energético sea restablecido, el sistema climático responde con una serie de ajustes, tales como un calentamiento de la superficie terrestre, variaciones en los regímenes de las precipitaciones, cambio en la circulación atmosférica, incremento del nivel medio del mar, y otros cambios en los componentes del sistema climático y en sus mecanismos de interacción. Todas esas variaciones en los parámetros del clima, es lo que se denomina el cambio climático, el cual provocaría inevitablemente impactos en los ecosistemas naturales y en los sectores socioeconómicos, en función del grado de vulnerabilidad que éstos manifiesten.

2. Consideraciones metodológicas

Todos los países que hayan ratificado la CMCC han adquirido compromisos encaminados al logro del objetivo último de la Convención y de todos los instrumentos jurídicos conexos, a saber: estabilizar las concentraciones de los GEI en la atmósfera a un nivel que impida cualquier perturbación antropogénica peligrosa del sistema climático.

En el numeral 1 (a) del Art. 4 de la Convención, relativo a las compromisos, se estipula que todas las Partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes, pero diferenciadas y la especificidad de sus prioridades, objetivos y circunstancias nacionales y regionales de desarrollo; deberán elaborar, actualizar periódicamente, publicar y remitir a la Conferencia de las Partes[1], conforme al Art. 12, inventarios nacionales de emisiones antropógenas por fuentes y sumideros de todos los gases de efecto invernadero, no reglamentados por el Protocolo de Montreal, utilizando los métodos comparables aprobados por la Conferencia de las Partes.

Los inventarios son una herramienta que permite cuantificar el grado de contribución de las actividades humanas y de algunos procesos naturales relacionados con la emisión y fijación de los GEI, así como desarrollar programas y proyectos de mitigación de los mismos.

Los inventarios deberán ser elaborados siguiendo los tres volúmenes de las directrices metodológicas del IPCC[2]. De acuerdo a la metodología mencionada, las actividades y procesos se han dividido en cinco sectores: energía, procesos industriales, cambio del uso de la tierra y silvicultura, agricultura y desechos.

Entre las características relevantes de las normas y procedimientos utilizados para la elaboración del inventario se destacan la aplicabilidad y la estandarización, lo cual garantiza y facilita la evaluación y comparación consistente y sistemática de las emisiones de GEI entre los diferentes países.

El inventario de El Salvador, contempla el balance de las emisiones de tres gases[3]: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4) y Oxido Nitroso (N_2O); incluyéndose además el Monóxido de Carbono (CO) y Oxidos de Nitrógeno (NO_x) como contribuyentes indirectos del efecto de invernadero.

Dado que las emisiones de GEI están íntimamente relacionadas con el quehacer y desarrollo de una nación, es importante establecer el año de referencia para el cual se reporta la cuantificación de las emisiones. Considerando los factores políticos y socioeconómicos por los que atravesó El Salvador durante la década de los ochenta hasta la firma de los acuerdos de paz en 1992, y con base en los lineamientos de la Convención[4], se tomó 1994 como el año de referencia para el desarrollo del inventario.

3. Arreglos institucionales

El MARN, a través de la coordinación del proyecto-*GEF*[5] y dentro del marco de un convenio de cooperación técnica celebrado con la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA), contrató a dicha universidad para la elaboración del Inventario. El Departamento de Ciencias Energéticas de la UCA coordinó, capacitó y asesoró al equipo multidisciplinario que se responsabilizó de los diferentes sectores considerados en el estudio. Asimismo, en el sector energético, participó una empresa privada.

Dentro del proceso de elaboración de la Comunicación Nacional, y con el propósito de mejorar las capacidades nacionales, de cara a las futuras mejoras y actualizaciones del inventario nacional, se facilitó la participación del coordinador técnico del inventario en varios talleres regionales sobre inventarios y análisis de mitigación[6]. Por otra parte, el *ICF Kaiser International Inc*. fue contratado por el *US-CSP*, para brindar asesoría al coordinador técnico del Inventario, con el objetivo de revisar los aspectos metodológicos y mejorar la calidad del documento.

---

[1] Reuniones anuales de todos los países Partes de la CMCC, a fin de discutir y negociar, mediante decisiones, la puesta en aplicación efectiva y temprana de los compromisos adquiridos en la Convención, el Protocolo de Kioto y todos los instrumentos jurídicos conexos.
[2] Referirse al documento completo del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero para el año de referencia 1994.
[3] En virtud de la D10/ CP2 (Decisión 10 de la Segunda Conferencia de las Partes de la Convención sobre Cambio Climático).
[4] Decisión 10, Segunda Conferencia de las Partes.
[5] Apoyo a la Creación de Capacidades para la Elaboración de la Primera Comunicación Nacional.
[6] Taller Regional de América Central sobre Inventarios de Gases de Efecto Invernadero y Análisis de Mitigación, Antigua, Guatemala (Febrero, 1999). UNFCCC Workshop on Emission Factors and Activity Data and National Feedback on the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, La Habana, Cuba (Septiembre 1998). CC:TRAIN Latin American and the Caribbean Regional Workshop on Preparing a Climate Change Mitigation Analysis, La Habana, Cuba (Marzo, 1998).

Durante el proceso de elaboración del inventario, se realizaron dos consultas sectoriales a fin de recoger observaciones y concertar los enfoques metodológicos utilizados.

4. Limitaciones para la elaboración del inventario

Las limitaciones encontradas en la elaboración del inventario, y que podrían continuar representando un obstáculo para las actualizaciones futuras de dicho documento, son las siguientes:

a. Inexistencia de un sistema de información efectivo en el ámbito nacional.

   No existen los arreglos institucionales ni los procedimientos para la generación, manejo y análisis de la información requerida para la elaboración y actualización sistemática del inventario.

b. Deficiencias institucionales en materia de información.

   Cierta información requerida para la elaboración del inventario, no es generada, ya que las entidades pertinentes o no llevan los registros del caso, o recogen información no relevante para los efectos del inventario. En el caso de las municipalidades, no se encuentra la información relevante sobre la generación y manejo de los desechos sólidos.

   En lo que al sector cambio de uso del suelo y silvicultura se refiere, la escasez y obsolescencia de la información existente es muy notoria. La entidad responsable de la elaboración del inventario forestal no lo ha elaborado, y el único mapa de vegetación arbórea elaborado data de 1981, realizado sobre la base de fotografías de satélite y aéreas de 1974-76.

   La información de dichos sectores se encuentra en un nivel muy agregado, aún aquélla contenida en bases de datos o SIGs, no está validada con trabajo de campo, es de carácter secundario, conteniendo varias imprecisiones. Esta situación contrasta con los niveles de detalle requeridos por la metodología del IPCC para la elaboración del inventario.

c. Reforma institucional del Estado:

   Como resultado del proceso de privatización de algunas funciones del Estado, existe información que ya no la generan. Tal es el caso del balance energético, el cual era elaborado por la CEL, contraparte nacional de OLADE, que como resultado del proceso de privatización de dicha entidad, desde 1997 ya no ha sido elaborado.

d. Problemas metodológicos:

   Dado que los requerimientos en calidad, nivel de detalle y cantidad de la información de la metodología, responden a un enfoque "desde y para" los países desarrollados, la realidad institucional del país no permite responder de manera apropiada a tales requerimientos, particularmente en el Sector Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura.

e. El grado de incerteza:

   Aún cuando la metodología del IPCC tiene como objetivo reducir la incerteza a los niveles mínimos posibles, dada la calidad de la información disponible en El Salvador y el uso casi exclusivo de los factores de emisión por defecto, no es posible cuantificar en forma confiable y consistente el grado de incerteza. El procedimiento requiere evaluar el grado de incerteza de los factores de emisión de las diferentes fuentes y de los datos de las actividades socioeconómicas incluidas en el Inventario, sin embargo, dicha información no está disponible.

En un futuro cercano, el inventario nacional debería ser sometido a una revisión técnica exhaustiva, realizada en forma participativa, abierta y transparente por un equipo de expertos especializados y acreditados para tal efecto. Dicha revisión estaría encaminada a:

a. Analizar el marco institucional nacional involucrado en la generación y manejo de la información requerida para la elaboración del inventario, y desarrollar una propuesta de un sistema de información simple, funcional y efectivo.

b. Verificar la disponibilidad de documentación que viabilice los procedimientos para la auto-verificación o las revisiones técnicas independientes, a fin de recalcular los datos.

c. Examinar los datos y la aplicación de las metodologías por categorías de fuentes y sumideros.

d. Analizar la calidad de los resultados del inventario y de los procedimientos de control de calidad, e identificar áreas que deberían mejorarse y maneras de superar los problemas metodológicos y de presentación de la información.

5. Emisiones totales

El Cuadro 5.1 sintetiza para cada una de las fuentes consideradas en el Inventario Nacional de GEI de El Salvador, para el año de referencia 1994, las emisiones de los siguientes GEI: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), monóxido de carbono (CO) y óxido de nitrógeno (NO_x). Con base en la metodología del IPCC, los cálculos y el análisis del Inventario se han realizado fundamentalmente sobre los tres principales GEI: el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH4) y el óxido nitroso (N_2O).

Cuadro 5.1: Síntesis de las emisiones de GEI para 1994 (Gg)

	Emisiones de CO_2	Absorción de CO_2	CH_4	N_2O	CO	NO_x
Total Nacional de las Emisiones/Absorciones	9,363.64	-718.70	148.50	13.21	512.66	34.02
1. Energía[7]	4,224.18		18.09	0.52	437.48	31.03
2. Procesos Industriales	490.12					
3. Agricultura			88.14	12.69	70.65	2.86
4. Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura	4,649.34	-718.70	0.52	$3.6x10^{-3}$	4.53	0.13
5. Desechos			41.75			

Es necesario aclarar la diferencia entre los términos emisiones netas y emisiones brutas, ya que las emisiones netas son el resultado de sustraer de las emisiones de GEI provocadas por las diferentes fuentes, las absorciones de GEI realizadas por los sumideros provenientes de los ecosistemas manejados por el hombre. Las emisiones brutas se refieren solamente a las emisiones efectivas de GEI derivadas de las actividades humanas, sin incluir las cantidades de gases absorbidas por los ecosistemas.

[7] En la cuantificación del CO_2 para este sector, se utilizó el "Enfoque de Referencia" (Cuadro 3.6).

Con base en la información del Inventario Nacional y la población de El Salvador para 1994, se ha estimado una emisión de 1.6 tonCO_2 por habitante[8] ($1.6x10^{-3}$ GgCO_2 por habitante).

Las emisiones de CH_4 y N_2O podrían llegar a tener, al cabo de varios años, una contribución relativa al Calentamiento Global mucho más alta que la que presentan en el año de referencia. Este fenómeno cobra relevancia al momento de identificar y priorizar, en el ámbito nacional, las medidas y políticas de mitigación de los GEI.

El Potencial de Calentamiento Global (PCG) relaciona la cantidad de emisiones de CO_2 necesaria para crear el mismo efecto de calentamiento global que provocaría la emisión de la unidad masa de otro gas para un período especificado. La operación de conversión se realiza utilizando el PCG según los valores de dicho parámetro indicados en el Cuadro 5.2, el cual representa el poder radiativo relativo de los diferentes gases con respecto al CO_2, habiendo sido definido por el IPCC para los tres principales gases en función del horizonte de tiempo.

Cuadro 5.2
PCG de los tres GEI principales

Gas	PCG En 20 años	PCG En 100 años
CO_2	1	1
CH_4	56	21
N_2O	280	310

El Cuadro 5.3 muestra la importancia relativa de los tres gases principales al cabo de un horizonte de tiempo de 20 años: el CO_2 representa el 42% de las emisiones netas de El Salvador, seguido del CH_4 representando el 40%, y el N_2O, el 18% de las emisiones.

Cuadro 5.3
Emisiones de los tres GEI principales

Gas	Emisiones Brutas en 1994 (Gg)	Absorción en 1994 (Gg)	Emisiones Netas en 1994 (Gg)	Emisiones Netas en 20 años	Emisions Netas en 100 años
CO_2	9,363.64	-718.70	8,644.94	8,644.94	8,644.94
CH_4	148.50		148.50	8,316.00	3,118.50
N_2O	13.21		13.21	3,699.81	4,095.10
Total				20,660.75	15,858.54

Los resultados presentados en el Cuadro 5.4 provienen del consolidado de los tres gases principales, habiéndolos previamente convertido en términos de equivalentes de CO_2. Dicha conversión permite evaluar la participación relativa de los gases y de las fuentes emisoras.

Las emisiones antropogénicas netas de El Salvador se elevan a 20,660.75 Gg_{equiv}-CO_2, lo cual representa 3.6 ton_{equiv}-CO_2/hab ($3.6x10^{-3}$ Gg_{equiv}-CO_2 por habitante).

[8] Consistente con IEA, 1996: Key World Energy Statistics (Sector Energético, 1996: 0.75 tonCO_2/hab) y con BM 1999-2000: Informe Anual (Sector Energético, 1995: 0.77 ton CO_2/hab), tomando en cuenta que en el año de referencia el Sector Energético tenía una participación del 47% en el total de las emisiones nacionales de CO_2.

Cuadro 5.4 Síntesis de las emisiones y absorciones de GEI para 1994 (Gg_{equiv}-CO_2 en 20 años)						
	Emisiones de CO_2	Absorción de CO_2	CH_4	N_2O	Total	%
Total Nacional de las Emisiones/Absorciones	9,363.64	-718.70	8,316.00	3,699.81	20,660.75	100
1. Energía[9]	4,224.18			145.60	4,369.78	22
2. Procesos Industriales	490.12		1,013.04		1,503.16	7
3. Agricultura			4,935.84	3,553.20	8,489.04	41
4. Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura	4,649.34	-718.70	29.12	1.008	3,960.77	19
5. Desechos			2,338.00		2,338.00	11

6. Emisiones de dióxido de carbono (CO_2)

El CO_2, en su calidad de GEI, permite la entrada de la energía solar hacia la superficie de la Tierra, y al mismo tiempo, retarda el flujo de calor hacia el exterior de la atmósfera, jugando así un papel muy importante en la regulación de la temperatura del planeta.

La presencia de este gas en la atmósfera es fundamental para completar el llamado ciclo del carbono, el cual se encuentra en la naturaleza principalmente bajo dos formas: como carbonato, contenido en rocas calcáreas, y sobre todo en el CO_2 contenido en la atmósfera y en el disuelto en el agua. Las plantas verdes a través del mecanismo de la fotosíntesis capturan el CO_2 del agua o del aire y lo transforman en compuestos orgánicos, que sirven para el crecimiento de las plantas y de alimento a los consumidores y degradadores.

La respiración, la fermentación, el procesamiento de minerales y la combustión de los combustibles fósiles y de la biomasa, son algunos de los mecanismos que devuelven el CO_2 a la atmósfera para completar el ciclo.

Estos mecanismos de captura y de devolución del carbono a la atmósfera han permitido el establecimiento de un sistema equilibrado y autorregulado, que ha logrado durante diferentes períodos la compensación de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera.

Durante las últimas cuatro décadas, producto del desbalance existente entre la fijación y la emisión, se ha detectado que las concentraciones de CO_2 han aumentado progresivamente. Uno de los efectos directos de este incremento de las concentraciones ha sido el aumento de la temperatura media global.

En 1994, se estima que en El Salvador se tuvo una emisión neta de CO_2 de 8,644.94 Gg. Las fuentes que contribuyeron a la devolución de carbono a la atmósfera fueron: el sector Energía con 4,224.18 Gg (49%), el sector Procesos Industriales con 490.12 Gg (6%) y el sector Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura con 3,930.64 Gg (45%).

[9] En la cuantificación del CO_2 para este sector, se utilizó el "Enfoque de Referencia" (Cuadro 3.6).

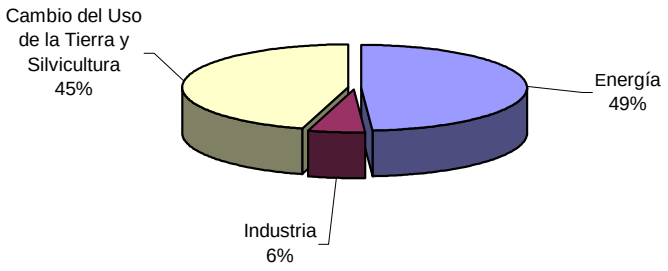

Fig. 6.1: Proporción de emisiones totales netas de CO_2

6.1. Emisiones de CO_2 del sector energía

La cuantificación del CO_2 producido por el Sector Energía es de 4,224.18 Gg, y se hizo utilizando el método "Enfoque de Referencia“ (*Top-Down*); el cual consiste en estimar las emisiones a partir de la cantidad de carbón contenida en los combustibles fósiles importados y consumidos en el país durante el año de referencia.

El cálculo desglosado del método "Enfoque de Referencia" se muestra en el Cuadro 6.1. Nótese que en este cálculo no se considera la contribución de los recursos energéticos leña y desechos agrícolas, por haberlos incluido, de acuerdo a la metodología del IPCC, en el sector Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura.

El uso de este método presenta la limitación de no identificar el consumo de los combustibles a nivel sectorial. Dada la importancia que tiene para el establecimiento de políticas de mitigación de los GEI, se hace necesaria la cuantificación de las emisiones por Subsectores. Este otro método se denomina "Análisis por Categorías de Fuentes" (*Bottom-Up*).

Las emisiones reportadas por el Enfoque de Referencia son superiores a las reportadas por el Análisis por Categorías de Fuentes. Sin embargo, la diferencia no supera el 6%, valor aceptable considerando las incertezas asociadas con los datos fuente y los factores de emisión. Las emisiones calculadas según este último método son 4,024.53 Gg, siendo los subsectores considerados: Industria Energética, Industria de Manufactura, Transporte, y Residencial y Comercial (Cuadro 6.2).

En el Subsector Industria Energética se cuantifican las emisiones producidas durante la transformación del petróleo crudo en sus derivados y en la generación termoeléctrica. El estimado de emisiones fue de 1,303.98 Gg.

En el Subsector Industria de Manufactura, se estiman las emisiones de CO_2 en 656.40 Gg, asociadas al consumo de hidrocarburos utilizado para la generación de vapor o algún otro uso propio de las diferentes industrias.

En el Subsector Transporte se incluye el transporte terrestre, el férreo y las emisiones atribuibles a la aviación civil. La cantidad de CO_2 emitido es de 1,815.56 Gg. Para el Subsector Comercial y Residencial se estima que las emisiones de CO_2 debidas al consumo de hidrocarburos en las actividades comercial y doméstica ascendieron a 248.59 Gg.

Cuadro 6.1 Comparación de los dos enfoques utilizados para estimar las emisiones totales de CO_2 en el sector energía (Gg)				
Tipos de Combustible			Enfoque de Referencia	Análisis por categorías de fuentes
Líquidos Fósiles	Combustibles Primarios	Petróleo Crudo	2,567.59	
		Gas natural líquido		
	Combustibles secundarios	Gasolina	217.64	770.65
		Kerosene de Avión (bunkers)	-101.04	0.37
		Kerosene		51.29
		Diesel	1,248.57	1,996.34
		Fuel Oil residual	125.61	948.64
		LPG	181.91	214.45
		Etano		
		Nafta		
		Asfalto	-0.35	
		Lubricantes	-17.48	
		Coke de Petróleo		
		Gas de Refinería		41.05
		Otros aceites		
Total de Fósiles líquidos			4,222.45	4,022.79
Fósiles Sólidos	Combustibles Primarios	Antracita		
		Carbón para coque		
		Otro carbón bituminoso	0.12	0.13
		Carbón Sub-bituminoso		
		Lignito		
		Esquistos petrolíferos		
		Turba		
	Combustible Secundario	BkB		
		Coke	1.61	1.61
Total de Fósiles Sólidos			1.73	1.73
Fósiles Gaseosos		Gas natural (seco)		
Total			4,224.18	4,024.53
Total de biomasa			7,906.91	7,852.20
		Biomasa Sólida	7,906.91	7,852.20
		Biomasa Líquida		
		Biomasa Gaseosa		

Cuadro 6.2 Emisiones de CO_2 del sector energético por subsector enfoque por categoría de fuente (Gg)		
Industria Energética	1,303.98	32%
Industria Manufacturera	656.40	16%
Transporte	1,815.56	46%
Comercial y Residencial	248.59	6%
Total	4,024.53	100%

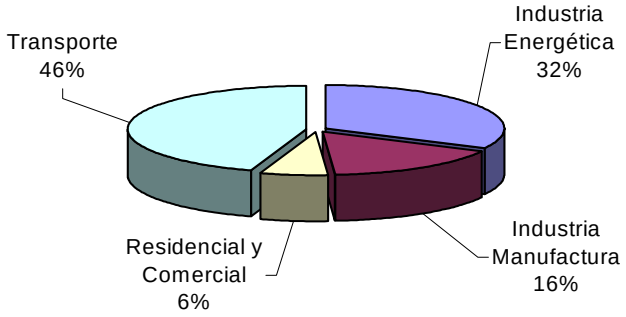

Fig. 6.2: Porcentaje de Emisiones de CO_2 en el sector energético por subsector

6.2. Emisiones de CO_2 del sector procesos industriales

Este sector cuantifica la emisión de CO_2 considerada como un subproducto de determinados procesos industriales. Para el caso de El Salvador el único proceso aplicable es la producción de cemento y cal viva a partir del carbonato de calcio. Se incluye además, la emisión de CO_2 generada durante el uso de la piedra caliza como agente neutralizante de los suelos. La emisión estimada es de 490.12 Gg. La cantidad de CO_2 atribuible a la producción de cemento se estimó en 455.97 Gg, a la producción de cal 23.70 Gg y la generada por el uso de la cal agrícola 10.45 Gg.

Cuadro 6.3 Emisiones de CO_2 del sector procesos industriales por subsector (Gg CO_2)		
Producción de Cemento	455.97	93%
Producción de Cal	23.70	5%
Piedra Caliza	10.45	2%
Total	490.12	100%

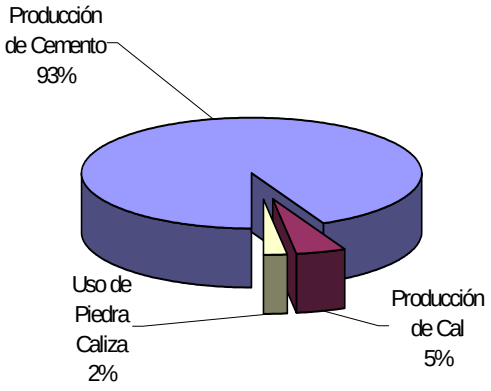

Fig. 6.3: Porcentaje de emisiones de CO_2 en el sector procesos industriales por subsector

6.3. Emisiones de CO_2 en el sector cambio de uso del suelo y silvicultura

Las emisiones netas de CO_2 atribuibles a este sector se estiman en 3,930.64 Gg, éstas incluyen la fijación o captura de CO_2 lograda por la vegetación de las tierras agrícolas que fueron abandonadas fundamentalmente por el conflicto armado que vivió el país en la década de los años 80. La fijación de CO_2 se estima en 718.7 Gg, correspondiente a un área de 98,000 ha de bosques recuperados, durante un período de abandono de 20 años.

La emisión total de este sector es de 4,649.34 Gg, contribuyendo las actividades siguientes: el cambio que sufre la cobertura boscosa debido principalmente al uso intensivo del recurso leña, con 4,068.10 Gg, las quemas de pastizales y residuos agrícolas posteriores a las cosechas, con 534.60 Gg y la descomposición de la biomasa con 46.64 Gg.

Cuadro 6.4 Emisiones de CO_2 del sector cambio de uso del suelo y silvicultura (Gg)		
Cambio de bosques y consumo de leña	4,068.10	87%
Quemas de pastizales y residuos agrícolas	534.60	12%
Descomposición de biomasa	46.64	1%
Total Emisiones Brutas	4,649.34	100%
Absorción	718.70	
Total Emisiones Netas	3,930.64	

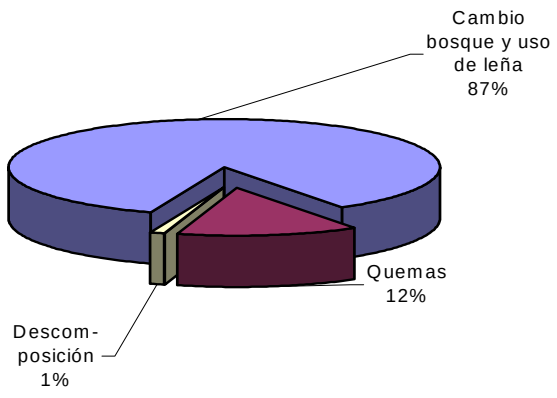

Fig.6.4: Porcentaje de emisiones brutas de CO_2 en el sector cambio de uso del suelo y silvicultura por subsector

7. Emisiones de metano (CH_4)

El metano atmosférico es considerado como el segundo gas en importancia para el efecto de invernadero. Considerando el alto potencial de calentamiento global asociado al metano, aún las pequeñas cantidades emitidas de CH_4 pueden tener un gran efecto sobre el calentamiento de la tierra, dado que es más eficaz en la absorción de radiación infrarroja que el CO_2.

Para 1994, la emisión de CH_4 se estima que fue de 148.50 Gg, siendo los principales generadores los sectores Agricultura con 88.14 Gg (60%), Desechos con 41.75 Gg (28%), Energía con 18.09 Gg (12%) y Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura con 0.52 Gg (insignificante).

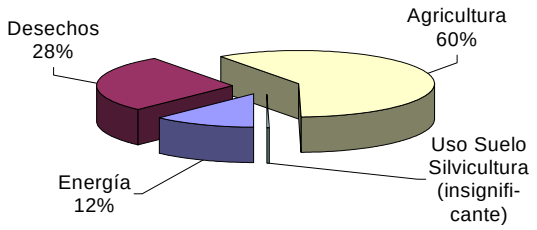

Fig.7.1: Proporción sectorial de emisiones de CH_4

7.1. Emisiones de metano del sector agricultura

Las emisiones de CH_4 en este sector se calcularon en 88.14 Gg, determinándose como las principales fuentes generadoras: las asociadas con la fermentación entérica (proceso digestivo) y los desechos del ganado doméstico, con 83.24 Gg, la producción de arroz por inundación con 1.63 Gg y la quema de sabanas y residuos de los cultivos con 3.27 Gg.

Cuadro 7.1 Emisiones de CH_4 del sector agricultura (Gg)		
Fermentación Entérica	83.24	94%
Cultivo de arroz	1.63	2%
Quemas de sabanas y residuos agrícola	3.27	4%
Total	88.14	100%

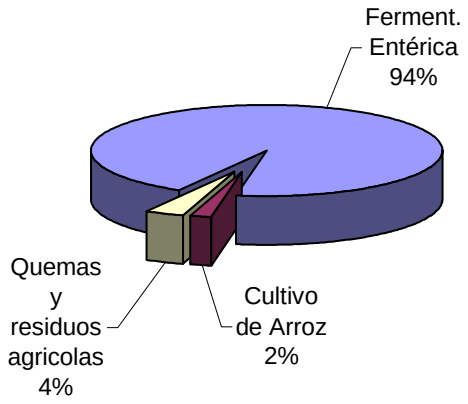

Fig. 7.2: Proporción de emisiones de CH_4 en el sector agricultura por subsector

7.2. Emisiones de CH_4 del sector desechos

Las emisiones de CH_4 incluidas en este sector son producto de la digestión anaerobia de la materia orgánica, y se calcularon en un total de 41.75 Gg, repartidas de la siguiente manera: las generadas en los sitios de depósito de los desechos sólidos municipales 25.64 Gg, las provenientes del tratamiento de aguas residuales domésticas 2.78 Gg y del tratamiento de aguas residuales industriales 13.33 Gg.

Cuadro 7.2 Emisiones de CH_4 del sector desechos (Gg)		
Desechos Sólidos Municipales	25.64	61%
Tratamiento de vertidos domésticos	2.78	7%
Tratamiento de vertidos industriales	13.33	32%
Total	41.75	100%

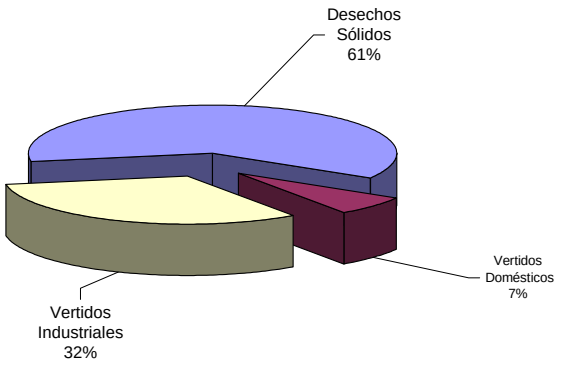

Fig.7.3: Emisiones de CH_4 en el sector desechos por subsector

7.3. Emisiones de CH_4 del sector energía

Las emisiones de Metano, Oxido Nitroso, Monóxido de Carbono, Oxidos de Nitrógeno y Compuestos Orgánicos Volátiles diferentes al Metano se deben básicamente a la combustión incompleta asociada con el tipo de combustible utilizado, las condiciones de operación, las tecnologías de control y del mantenimiento, así como el tiempo de uso de los equipos.

La emisión total para este sector es de 18.09 Gg, a la cual contribuyen principalmente los subsectores Residencial y Comercial con 17.28 Gg, Industria con 0.46 Gg, Transporte con 0.30 Gg y la Industria Energética con 0.05 Gg (insignificante).

Cuadro 7.3 Emisiones de CH_4 del sector energía (Gg)		
Residencial y Comercial	17.28	95%
Transporte	0.30	2%
Industria Energética	0.05	insignificante
Manufactura	0.46	3%
Total	18.09	100%

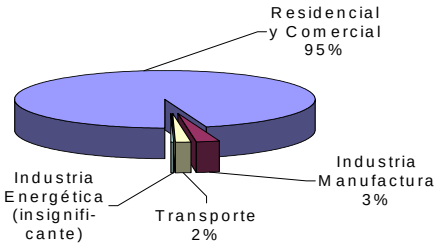

Fig.7.4: Emisiones de CH_4 en el sector energía por subsector

7.4. Emisiones de CH_4 del sector cambio del uso del suelo y silvicultura

La emisión de Metano en este sector se debe fundamentalmente a la cantidad de carbono liberado durante la quema de biomasa in situ, principalmente pastizales y residuos agrícolas. La cantidad de CH_4 emitida se estima en 0.52 Gg.

8. Emisiones de óxido nitroso (N_2O)

Uno de los principales nutrientes necesarios para un crecimiento vigoroso de las plantas es el nitrógeno. Como contribución antropogénica, este elemento es agregado al suelo en los fertilizantes como el Nitrato de Amonio (NH_4NO_3). El nitrógeno es fijado por las plantas a una tasa que depende de la especie y de la categoría del suelo. Por ejemplo, una zona boscosa puede fijar 15 kg/ha/año, mientras que tierras con vocación agrícola o pastizales pueden fijar 40 kg/ha/año o más.

En El Salvador, la fuente principal de N_2O es el fertilizante que no es utilizado por la planta, el cual es arrastrado por la lluvia hacia los mantos acuíferos (lixiviación), o hacia los cuerpos de agua superficiales, este proceso el llamado de denitrificación (reducción de nitratos bajo condiciones anaerobias). Asimismo, existe liberación de N_2O durante las quemas de resíduos agrícolas, ésta ocurre según la siguiente reacción:

$$NH_4NO_3 \xrightarrow{calor} N_2O + 2H_2O$$

Las malas prácticas agrícolas, como la forma de aplicar los fertilizantes y el mantenimiento de altas cantidades de biomasa inmóvil, provocan también emisiones de N_2O. Para 1994, la emisión de N_2O se estimó en 13.214 Gg, siendo el principal contribuyente el sector Agricultura con 12.69 Gg (96%), el sector Energía con 0.52 Gg (4%) y el Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura con 0.004 Gg (insignificante).

8.1. Emisiones de N_2O en el sector agricultura

Las emisiones de N_2O en el sector agricultura son de 12.69 Gg, y se contabilizan en las siguientes actividades: Quema de sabanas y residuos agrícolas con 0.078 Gg (1%), Cultivo de campos con 2.74 Gg (22%), Pastoreo con 3.49 Gg (27%), Deposición Atmosférica con 0.41 Gg (3%), Lixiviación con 5.71 Gg (45%) y Desechos humanos con 0.26 Gg (2%).

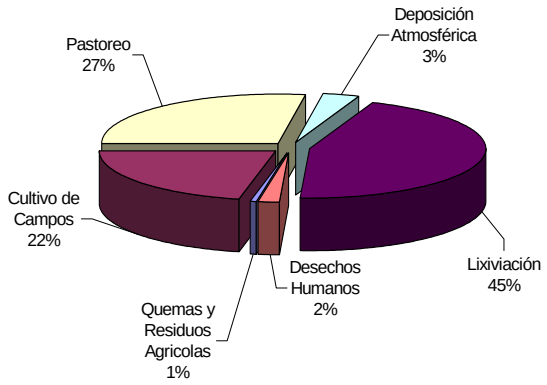

Fig. 8.1: Emisiones de N_2O en el sector agrícola por subsector

8.2. Emisiones de N_2O en el sector energía

Al igual que el metano en el Sector Energía, la emisión de N_2O está relacionada con los sistemas de combustión. Se calcula en este sector una emisión de 0.52 Gg.

8.3. Emisiones de N_2O en el sector cambio del uso del suelo y silvicultura

La emisión de N_2O en este sector se debe principalmente a la quema de bosques. Se calcula, que durante 1994 se liberaron 0.004 Gg.