

# LA ECONOMÍA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PARAGUAY



NACIONES UNIDAS

CEPAL



GOBIERNO NACIONAL  
Construyendo Juntos Un Nuevo Rumbo



TEKOHÁ  
RESAJ  
SECRETARÍA DEL  
AMBIENTE



MINISTERIO DE  
HACIENDA

***LA ECONOMICA DEL CAMBIO CLIMATICO EN EL PARAGUAY***

***MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR NO ENERGÉTICO DEL PARAGUAY***

**Alicia Bárcena**  
Secretaria Ejecutiva

**Antonio Prado**  
Secretario Ejecutivo Adjunto

**Joseluis Samaniego**  
Director

División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos

**Ricardo Pérez**  
Director  
División de Publicaciones y Servicios Web

Las opiniones expresadas en este documento, son de exclusiva responsabilidad de los funcionarios y consultores que colaboraron en él y pueden no coincidir con las de la organización.

Los límites y los nombres que figuran en los mapas no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas

La elaboración de los gráficos y cuadros que aparecen en esta publicación estuvo a cargo de los autores, salvo que se indique lo contrario.

Los montos que se indican en dólares corresponden a la denominación de dólares de los Estados Unidos.

Este documento debe ser citado como: CEPAL, La economía del cambio climático en Paraguay (LC/W.617), Santiago de Chile, 2014

Fotografía de portada: Salto de Ita Kamby, cedida por la Secretaría Nacional de Turismo del Paraguay.

Publicación de las Naciones Unidas

LC/W.617

14-20018

Copyright Naciones Unidas, agosto de 2014. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

Los estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

**Panel Asesor Nacional**

Lic. Isabel Gamarra de Fox  
Abel Orué

Secretaría del Ambiente  
Ministerio de Hacienda

**Equipo de Consultores**

Rossana Scribano	Coordinadora técnico
Cesar Cabello	Sector Económico
Max Pastén	Eventos Extremos
Andrés Molina	Sector Agropecuario
María del Carmen Álvarez	Sector Recursos Hídricos
Alberto Yanosky	Sector Biodiversidad
Antonieta Rojas de Arias	Sector Salud
Fabio Lucantonio	Mitigación Sector Energético
Carmiña Soto	Mitigación Sector No Energético
Ronaldo Dietze	Políticas Públicas
Federico Pekholtz	Análisis Geoespacial y GIS

**Equipo CEPAL**

Joseluis Samaniego	Director, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos
Carlos de Miguel	Jefe de Unidad, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos
José Javier Gómez	Oficial de Asuntos Económicos, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos
Luis Miguel Galindo	Jefe de Unidad, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos
Karina Martínez	Investigadora, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos
Mauricio Pereira	Investigador, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos
Constanza Pantaleón	Consultora, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos

**Panel Asesor Internacional**

Daniel Bouille	Experto en mitigación
Graciela Magrín	Experto en adaptación
Gustavo Nagy	Experto en adaptación
José Marengo	Experto en Escenarios Climáticos - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Lincoln Muñiz	Experto en Escenarios Climáticos - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

## **INDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro 1.</b>	Fincas por estratos
<b>Cuadro 2.</b>	Características de productores de las fincas
<b>Cuadro 3.</b>	Uso de la Tierra
<b>Cuadro 4.</b>	Región Oriental. Proceso de Deforestación 1945-2008
<b>Cuadro 5.</b>	Región Oriental. Tasa de Deforestación 1960-2008
<b>Cuadro 6.</b>	Empleos directos e indirectos. Sector forestal
<b>Cuadro 7.</b>	Uso del suelo región occidental (2008)
<b>Cuadro 8.</b>	Tasas de deforestación e indicadores macroeconómicos por países
<b>Cuadro 9.</b>	Latinoamérica. Correlación entre tasa de deforestación y variables socioeconómicas
<b>Cuadro 10.</b>	América Latina. Generación per capita de residuos sólidos urbanos
<b>Cuadro 11.</b>	Paraguay. Generación de residuos sólidos por ciudades.
<b>Cuadro 12.</b>	Composición de los residuos sólidos del área Metropolitana de Asunción
<b>Cuadro 13.</b>	Generación de residuos sólidos urbanos según estrato de la población
<b>Cuadro 14.</b>	Emisiones Totales de CO <sub>2</sub> . Inventario 1990
<b>Cuadro 15.</b>	Emisiones Totales de CH <sub>4</sub> . Inventario 1990
<b>Cuadro 16.</b>	Resumen emisiones de GEI sector agrícola 1990
<b>Cuadro 17.</b>	Resumen emisiones de GEI sector cambio de uso de la tierra 1990
<b>Cuadro 18.</b>	Resumen emisiones de GEI sector industrial 1990
<b>Cuadro 19.</b>	Resumen emisiones de GEI sector desperdicios 1990
<b>Cuadro 20.</b>	Resumen general INGEI 1994
<b>Cuadro 21.</b>	Emisión GEI procesos industriales 2000
<b>Cuadro 22.</b>	Emisión GEI sector agrícola 2000
<b>Cuadro 23.</b>	Emisión GEI sector cambio de uso de la tierra 2000
<b>Cuadro 24.</b>	Emisión GEI sector desperdicios 2000
<b>Cuadro 25.</b>	Inventarios de GEI años 1990, 1994 y 2000
<b>Cuadro 26.</b>	Emisiones de CO <sub>2</sub> 1990, 1994 y 2000
<b>Cuadro 27.</b>	Emisiones de CH <sub>4</sub> 1990, 1994 y 2000
<b>Cuadro 28.</b>	Emisiones de CO 1990, 1994 y 2000
<b>Cuadro 29.</b>	Emisiones sectoriales con respecto al total nacional
<b>Cuadro 30.</b>	Matriz comparativa de emisiones No Energéticas 1990, 1994 y 2000
<b>Cuadro 31.</b>	Emisión regional de CO <sub>2</sub>
<b>Cuadro 32.</b>	Emisión regional de CH <sub>4</sub>
<b>Cuadro 33.</b>	Emisión regional de N <sub>2</sub> O
<b>Cuadro 34.</b>	Años de coincidencia de eventos extremos en periodo invernal
<b>Cuadro 35.</b>	Proyección emisiones de CO <sub>2</sub>
<b>Cuadro 36.</b>	Toneladas de CO <sub>2</sub> emitidas por deforestación
<b>Cuadro 37.</b>	Proyección población urbana y desechos
<b>Cuadro 38.</b>	Hectáreas de bosques deforestación evitadas
<b>Cuadro 39.</b>	Región Oriental. Emisión con y sin prohibición de cambio de uso de la tierra
<b>Cuadro 40.</b>	Región Oriental. Valor de la venta de madera
<b>Cuadro 41.</b>	Campaña de reforestación masiva
<b>Cuadro 42.</b>	Costo de reforestación con especies exóticas
<b>Cuadro 43.</b>	Síntesis de medidas de mitigación Sector No Energético
<b>Cuadro 44.</b>	Síntesis de medidas de mitigación con proyección de costos
<b>Cuadro 45.</b>	Compatibilidad de las medidas de mitigación con las Políticas Públicas

## **INDICE DE FIGURAS**

- Figura 1.** Uso de la Tierra
- Figura 2 (a) (b)** Uso de la tierra región oriental y occidental
- Figura 3.** Emisión sectorial total de GEI 1990
- Figura 4.** Emisión sectorial total de GEI 1994
- Figura 5.** Emisión sectorial total de GEI 2000
- Figura 6.** Comparativo de Inventarios GEI 1990, 1994 y 2000
- Figura 7.** Emisiones de CO<sub>2</sub> 1990, 1994, 2000
- Figura 8.** Emisiones de CH<sub>4</sub> 1990, 1994, 2000
- Figura 9.** Emisiones de CO 1990, 1994, 2000
- Figura 10.** Comportamiento de las emisiones GEI
- Figura 11.** Emisión regional de CO<sub>2</sub>
- Figura 12.** Emisión regional de CH<sub>4</sub>
- Figura 13.** Emisión regional de N<sub>2</sub>O
- Figura 14.** Proyección de emisiones sub sector agrícola
- Figura 15.** Proyección de emisiones sub sector industria
- Figura 16.** Proyección de emisiones sub sector desperdicios
- Figura 17.** Crecimiento poblacional vs. Emisiones de CO<sub>2</sub>
- Figura 18.** Región Occidental. Tendencia de la cobertura boscosa y emisiones de CO<sub>2</sub>
- Figura 19.** Región Occidental. Desaparición de cobertura boscosa
- Figura 20.** Región Oriental. Cobertura Boscosa
- Figura 21.** Región Oriental. Tasa de deforestación
- Figura 22.** Región Oriental. Proyección Cobertura Boscosa
- Figura 23.** Proyección superficie reforestación
- Figura 24.** Proyección población urbana y generación de residuos sólidos
- Figura 25.** Región Oriental. Deforestación tradicional vs. Deforestación evitada
- Figura 26.** Región Oriental. Emisiones con y sin medida de cambio de uso de la tierra
- Figura 27.** Costos de medidas de mitigación vs. Toneladas de CO<sub>2</sub> abatidas

## **ESTUDIOS DE ECONOMÍA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN SUDAMÉRICA MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR NO ENERGÉTICO DE PARAGUAY**

### **RESUMEN**

Paraguay, con ínfima participación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el porcentaje global, destina sus principales esfuerzos a la Adaptación a los efectos del Cambio Climático, sin embargo asume la Mitigación como una acción de carácter “moral” y de cooperación conjunta.

El principal Sector contribuyente de GEI de Paraguay constituye Cambio de Uso de la Tierra/Silvicultura, por lo cual las medidas de mitigación deben ser enfocadas con mayor preeminencia hacia el aumento de sumideros o la evitación de las emisiones (deforestaciones evitadas). El acápite Mitigación en el Sector No Energético de Paraguay enfocó, este sector, así como el de Desperdicios, este último analizado desde la perspectiva de la problemática socio-ambiental más que desde el punto de vista de las emisiones.

Las medidas contempladas para el sector Cambio de Uso de la Tierra/Silvicultura fueron: Deforestación evitada, reforestaciones masivas, incentivos económicos-pago por servicios ambientales y Reforestación en Pequeñas Fincas de campesinos bajo la modalidad de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL); en tanto para el sector Desperdicios las medidas se denominan: Instalación de Reactores de Materia Orgánica (RMO) a nivel municipal y Relleno Sanitario de la Ciudad de Asunción. Captura de Gas Metano - Proyecto Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Con respecto al escenario tendencial, para los bosques de la región Oriental del país, y atendiendo a la tasa de deforestación vigente con anterioridad a la prohibición de transformación del suelo, se espera que de no mediar incentivos económicos y no económicos y fuertes medidas de monitoreo y control, las tasas de deforestación podrían volver a niveles de 2003 (aproximadamente 100.000 hectáreas/año), con lo cual la cobertura boscosa podría desaparecer al 2030; en tanto para región Occidental o Chaco y de continuar con una tasa de deforestación de 0,5% y de no introducirse medidas restrictivas sobre la explotación, la cobertura boscosa se reduciría en prácticamente 70% al 2100, sobre la base que la cobertura boscosa en el año 2002 representó el 65% de la superficie de la región Occidental (aproximadamente 16 millones de hectáreas). En tanto si las tasas de deforestación llegan a niveles más pesimistas de 365.000 hectáreas/año, la cobertura boscosa chaqueña podría perderse en menos de 30 años.

Con respecto a las reforestaciones y forestaciones, de mantenerse la tasa que se ha dado en diez y siete años, llegaría a las 500 mil hectáreas en el 2100, superficie muy inferior con respecto a la cantidad explotada durante las últimas décadas.

Para el sector bosques se proponen tres medidas de mitigación y se relevan datos de una medida concreta de mitigación actualmente en vigencia en el país y son: Deforestación evitada, Ley 2524/04, con la cual se logró evitar emitir 42 millones toneladas CO<sub>2</sub> en 4 años; Implementación de Incentivos Económicos. Pago por Servicios Ambientales, con lo que se lograría evitar emitir alrededor de 98 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en 10 años; Campañas masivas de reforestación con lo que se lograría la forestación de un equivalente a 15% de la superficie de la región Oriental en 50 años logrando la absorción de alrededor de 230 millones de toneladas CO<sub>2</sub>; y la Reforestación en Comunidades de bajos ingresos, bajo la modalidad de Proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio con lo cual se lograría abatir 123.000 tn de CO<sub>2</sub> en 20 años. Comparando un escenario sin y con medidas de mitigación para el sector Cambio

de uso de la Tierra se tendría que de 37.664.875 toneladas de CO<sub>2</sub> del año base (2002) se lograría abatir 24.669.690 toneladas de CO<sub>2</sub> por año con las medidas propuestas, cifra que representa el 65% de las emisiones con respecto al año base.

En tanto para el sector desperdicios la situación tendencial indica que el Paraguay al 2100 tendría una generación de residuos sólidos que orillaría los 5 millones de toneladas con una población urbana duplicada (alrededor de 10 millones de habitantes). La mitigación en el sector desperdicios se concentra en la implementación de dos medidas: captura del gas metano del vertedero Cateura de Asunción, bajo la modalidad de Proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio con lo cual se lograría dejar de emitir en la atmósfera entre 20.000 a 90.000 toneladas de CO<sub>2</sub> en 20 años de duración del proyecto; y la segunda medida apunta a la instalación de reactores de materia orgánica a nivel de los municipios con mas de 100 mil habitantes, al menos en diez municipios. Con esta medida se lograría dejar de emitir el equivalente en CO<sub>2</sub> de 375.000 toneladas de CO<sub>2</sub>. Comparando con el escenario base, las emisiones del año 2000, con la implementación de las medidas se lograrían una reducción de 13,25% de las emisiones.

*Cuadro i. Paraguay. Resumen de Medidas y Costos de mitigación No Energético*

Sector	Medidas	Cantidad de CO <sub>2</sub> evitado emitir o abatido	Costo Total
FORESTAL	1. Deforestación evitada. Ley 2524/04	42 millones tn CO <sub>2</sub> en 4 años (de 2005 hasta 2008)	304 Millones Dólares americanos
	2. Incentivos Económicos. Pago por Servicios Ambientales	98.236.881 tn de CO <sub>2</sub> (en 10 años) ( de 2010 a 2020)	40,7 Millones de dólares americanos
	3. Campañas masivas de reforestación	236.348.000 tn CO <sub>2</sub> en 50 años (de 2010 a 2060)	298 millones de Dólares americanos.
	4. Reforestación. Comunidades de bajos ingresos. Proyecto MDL	123.000 tn de CO <sub>2</sub> en 20 años (de 2010 a 2030)	151.000 Dólares americanos sólo costo directo de reforestación.
DESPERDICIOS	5. Captura de Gas Metano. Vertedero Cateura	20.000 a 90.000 tn de CO <sub>2</sub> en 20 años.(de 2012 a 2032)	1,08 millones de Dólares
	6. Reactor de materia orgánica	3.750.000 tn de CO <sub>2</sub> /año 20 años (de 2009 a 2029)	35 millones de Dólares americanos.



## INTRODUCCIÓN

La Mitigación de los efectos del Cambio Climático, tal y como es entendida a nivel global, debe ser enfrentada mediante “el esfuerzo compartido” (Hang together), a través de responsabilidades comunes pero diferenciadas. Tanto los países desarrollados, que tiene la obligación de disminuir sus emisiones, así como los países que no tienen dicha obligación deben fijarse metas de mitigación necesarias para evitar cambios peligrosos e irreversibles en el sistema climático mundial (Cuarto Informe del IPCC).

La mitigación entendida como el proceso de reducción de misiones o aumento de los sumideros o adsorción de emisiones, puede darse a través e innovaciones tecnológicas en los procesos productivos, o reduciendo el uso de principales emisores, o incrementando los sumideros de captura de carbono, es decir, los bosques mediante la reforestación o forestación, o el mantenimiento de la superficie boscosa.

Muchos países en vías de desarrollo hemos hecho avances significativos en este proceso de reducción del calentamiento global mediante la implementación políticas públicas concretas. El sostenimiento de estas políticas públicas, sin embargo, precisa de un firme apoyo de los países desarrollados que mediante un “Mecanismo Global para la Mitigación y la Financiación”, proporcione a los países menos adelantados el apoyo que necesitan para limitar el crecimiento de sus emisiones, sea como transferencia tecnológica o financiamiento para emprendimientos.

Se reconoce la necesidad de mitigar los efectos del cambio climático en ambas esferas de la economía mundial pues atendiendo al Informe Stern, los costos de la inacción podrían ser superiores a los costos de la mitigación. Dicho informe menciona que si no se dan medidas de mitigación, los costos podrían representar al menos 5% del PIB, cada año, niveles que podría llegar hasta el 20%.

Paraguay, conciente de este desafío mundial asume acciones decididas y analiza en el **Segmento No energético** aquellas medidas que actualmente se hallan en marcha o se encuentran avanzadas en su proceso de implementación en el país y cuyo impacto apuntan a una reducción del calentamiento global. Los subsectores no energéticos y su potencial de mitigación analizados en este capítulo se relacionan con los desperdicios y el subsector cambio de uso de la tierra /Bosques. El primero, por la relevancia de la problemática social mas que por la contribución de GEI, en tanto el segundo subsector debido a su gran peso en el porcentaje del total de emisiones de gases de efecto Invernadero en el Inventario Nacional.

### Alcance del Análisis

Si bien el Panel Integubernamental de Cambio Climático considera cinco los sectores que integran el segmento No energético y que son Agricultura, Utilización de disolventes, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, Desperdicios y otros productos se creyó oportuno centrar el análisis del sector no energético en los sectores Cambio de Uso de la Tierra y desperdicios; el primero por su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero y el segundo atendiendo mayoritariamente al aspecto ambiental y de la salud humana, más que por su contribución de gases respecto al total nacional, que resulta muy baja.

### Aspectos metodológicos

El análisis se realizó siguiendo el método descrito a continuación:

**1. Recopilación y análisis de información secundaria:** El estudio se basó principalmente, en datos secundarios relevados de las instituciones clave en el tema de Clima y Medio Ambiente y Forestal en Paraguay, especialmente lo referente a los inventarios de gases de efecto invernadero y los antecedentes de trabajos similares hechos en el país así como para la caracterización de los sectores que integran la categoría de No Energéticos. El producto esperado de este segmento fue una caracterización de los sectores sobre aspectos considerados determinantes así como un exhaustivo relevamiento de los tres inventarios de gases de efecto invernadero del país aportando un análisis de la situación de los principales gases emitidos.

**2. Escenario Tendencial.** El análisis del componente Mitigación No Energético, utilizó como escenario de base el socioeconómico “sin cambio climático” no utilizándose los escenarios A2 y B2. El escenario tendencial es entendido como el comportamiento esperado de los sectores analizados en un horizonte de tiempo, 2100, atendiendo a un comportamiento histórico y asumiendo que las condiciones socioeconómicas presentes se mantendrían.

Los sectores seleccionados por Paraguay para el análisis de las medidas de mitigación han sido: cambio de uso de la tierra/forestal, debido a que las mayores contribuciones de gases de efecto invernadero, especialmente Dióxido de Carbono, del país lo aporta éste sector y; el sector desperdicios, debido a su impacto socio-ambiental (salud humana y ambiental) y por presentar el Paraguay una de las mayores tasas de generación de Residuos Sólidos de Latinoamérica, más que por el volumen de gases emitidos, que resulta ínfimo comparando con las emisiones de los demás gases de efecto invernadero del inventario nacional.

Las proyecciones del nivel futuro de actividad o la evolución que tendrían los sectores en un espacio temporal de 2100, se realizó teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

*Desperdicios:* se estimó la evolución del sector utilizando la variable demográfica crecimiento poblacional urbano, calculado a tasas iniciales de 2,5%, y la tasa de generación de residuos sólidos urbanos per capita disponible para el país y que corresponde a valores del año 2000. La tasa de generación de residuos sólidos urbanos per cápita fue ajustada en valores equivalentes a 5,5% cada 10 años, correspondiente al porcentaje de variación experimentado en lapso de tiempo de 1990 al año 2000.

En cuanto a la proyección de las emisiones en el escenario tendencial, los datos aportados por los inventarios no proporcionan información confiable para el cálculo, sin embargo se realizó el ejercicio de proyección sólo a efectos de rescatar estas falencias en los datos originales. Sin embargo y ante la imposibilidad de un recalcu en el sector desperdicios, para disponer de una cifra de comparación de las emisiones entre el escenario base y el escenario de mitigación, se utilizó como año base las emisiones de metano mencionadas en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero año 2000 (preliminar).

*Cambio de uso de la tierra/bosques:* el cálculo de las proyecciones de la cobertura boscosa se realizó de manera separada considerando las regiones: Oriental y Occidental del país. Para la región Oriental se consideraron dos momentos: antes del 2004 y posterior al año 2004, donde se aplicó la prohibición de cambio de uso de la tierra. El escenario base y una vez finalizada la prohibición de cambio de uso de la tierra en el año 2013, se asumió la no adopción de medidas e incentivos que permitan reducir las tasa de deforestación registradas hasta el año 2004 así como la permanencia de las condiciones socioeconómicas actuales, es decir el modelo de economía basado en estructura primaria y altos niveles de pobreza, presión del mercado

externo de commodities, débiles incentivos, factores que conspiran contra la permanencia de la masa boscosa.

Con respecto a las proyecciones de emisiones provenientes de este sector, específicamente Dióxido de Carbono y atendiendo a los datos poco fiables de los inventarios de gases de efecto invernadero y ante la imposibilidad de realizar un recálculo del inventario, las proyecciones correspondientes a este componente se realizaron utilizando valores de referencia mencionados en las literaturas.

Para la cantidad de carbono almacenado en el bosque, se utilizó la cifra mencionada por Kanninen (2000) donde los bosques nativos tropicales almacenan cuando llegan a la madurez en promedio 115 toneladas de Carbono por hectárea. La literatura, también da cuenta que cuando llegan a esta edad adulta, los bosques liberan casi tanto carbono como el que retiene cada año (FAO, s/f<sup>1</sup>) por lo cual se asumió que la cantidad de carbono retenido es liberado en su totalidad con la tala de los bosques.

En cuanto a la cobertura boscosa a nivel país, y atendiendo que también existe una gran divergencia, dependiendo quizás de la escala del análisis o del enfoque de los estudios, para este análisis en particular, que se tomó el año 2002 como año base, las coberturas de bosques tanto para la región Oriental y Occidental responden a fuentes distintas. Así para la superficie boscosa de la región Oriental se tuvo en cuenta datos de la Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias, Encuesta Agropecuaria por muestreo 2001/2002 del Ministerio de Agricultura y Ganadería (2003); mientras que para la región Occidental se consideró lo mencionado por SEAM/PNUD/GEF (2007) donde la cobertura boscosa representa el 65% de la superficie de la región.

Para el cálculo de la cantidad de hectáreas deforestadas, se usó la tasa de deforestación anual país mencionado por la FAO (2001) equivalente a 0,5%. Si bien esta tasa correspondería al año 2000, se utilizó a falta de otros datos y por considerarse bastante cercano al año tomando como base.

Esto, ante la necesidad de realizar comparaciones entre el escenario base y el escenario de mitigación con relación al impacto de las medidas propuestas en la diferencia de emisiones con y sin medida.

**3. El escenario de mitigación.** Se identificaron cambios o medidas en los procesos productivos y de generación de actividades que colaboren en la disminución de las emisiones. Las medidas se propusieron teniendo en cuenta dos aspectos: el impacto sobre las emisiones y la viabilidad de su implementación entendida como las iniciativas que ya han tenido un cierto grado de avance o han sido mencionadas por actores clave en la política de cada sector analizado.

Para comparar el escenario base con el escenario de mitigación, vale decir el impacto o la contribución de las medidas con respecto a la reducción o abatimiento de las emisiones, se realizó el cálculo de manera anual atendiendo que el escenario base proporciona datos de las emisiones de un solo año, el 2000 para los desperdicios y 2002 para cambio de uso de la tierra. Se procedió a la suma del total de CO<sub>2</sub> evitado emitir dividido por el número total de años de duración de la medida.

---

<sup>1</sup> XI Congreso Forestal Mundial. 13 al 22 de Octubre 1997. Antalya, Turquía. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/publi/V4/T24S/1-4.HTM>

Posterior a la identificación de las medidas se utilizó una matriz de identificación de compatibilidad con las políticas y de barreras más significativas que podrían dificultar la implementación de las medidas.

**4. Análisis de costos.** Se relevaron los costos directos (financieros) para la puesta en marcha de las medidas sugeridas así como el porcentaje de participación de dichos costos en el Producto Interno Bruto en caso de su factibilidad.

#### **Limitaciones del estudio**

La inconsistencia, carencia o la existencia de datos en formatos pocos útiles obliga a invertir mayor parte del trabajo en búsqueda y acceso a la información que se halla dispersa, atomizada y poco institucionalizada. A falta de datos fiables es necesario recurrir a valores por defecto que pueden tener márgenes de errores importantes de considerar al momento de utilizar la información generada.

Como otra limitante en el presente estudio se menciona la falta de profesionales capacitados en el tema cambio climático en el país que puedan constituirse en referentes clave para suplir la falta de información con entrevistas a expertos. Del mismo modo, hay una deficiente capacitación y existencia en la utilización de modelos que conjuguen las variables socioeconómicas con las ambientales.

## I- DIAGNÓSTICO DE LOS SECTORES CONSIDERADOS

### Cambio de Uso de la tierra/Silvicultura

El Ministerio de Agricultura y Ganadería realizó el Censo Agropecuario Nacional (CAN) en el año 2008, luego de diez y siete años de haber tenido el último Censo Agropecuario Nacional, el de 1991. Los datos preliminares del CAN 2008 comienzan a disponibilizarse reflejándose la situación del campo y del campesino paraguayo.

El CAN 2008 revela, con relación a la cantidad de fincas, la existencia a nivel país de un total de 289.666 de los cuales 40,73% se halla integrada por fincas que poseen menos de 5 has y 82,52% se encuentran entre los estratos que poseen menos de 20 hectáreas considerados aún como pequeños productores.

Si se compara el CAN 1991 con el CAN 2008, se visualiza (Cuadro 1) que todos los estratos considerados pequeños productores (menos de 20 hectáreas) han disminuido en cantidad de fincas, incrementándose a partir de aquellos que poseen 50 hectáreas y más.

Si se traslada el análisis por región, se observa, siempre en el mismo Cuadro, que se produce un relación inversa entre la región Oriental y la Occidental; mientras en la primera se verifica una disminución del número total de fincas, en la región Occidental se incrementa.

<b>CUADRO 1: Paraguay. FINCAS POR ESTRATOS</b>								
<b>Cantidad total de fincas</b>	<b>Estratos (Ha)</b>	<b>Menos de 5</b>	<b>De 5 a menos de 10</b>	<b>De 10 a menos de 20</b>	<b>De 20 a menos de 50</b>	<b>De 50 a menos de 100</b>	<b>De 100 a menos de 500</b>	<b>De 500 y más</b>
<b>TOTAL PAIS 2008</b>	<b>289,666</b>	<b>118,003</b>	<b>66,218</b>	<b>57,735</b>	<b>22,866</b>	<b>6,879</b>	<b>10,487</b>	<b>7,478</b>
<b>TOTAL PAIS 1991</b>	<b>307,221</b>	<b>122,750</b>	<b>66,605</b>	<b>66,223</b>	<b>31,519</b>	<b>7,577</b>	<b>7,782</b>	<b>4,765</b>
<b>VARIACIÓN (%)</b>	<b>-5.7</b>	<b>-3.9</b>	<b>-0.6</b>	<b>-12.8</b>	<b>-27.5</b>	<b>-9.2</b>	<b>34.8</b>	<b>56.9</b>
REG ORIENTAL 2008	281,476	117,053	66,118	57,578	22,476	6,235	7,809	4,207
REG ORIENTAL 1991	300,523	121,874	66,364	65,932	31,095	7,007	5,610	2,641
<b>VARIACIÓN (%)</b>	<b>-6.3</b>	<b>-4.0</b>	<b>-0.4</b>	<b>-12.7</b>	<b>-27.7</b>	<b>-11.0</b>	<b>39.2</b>	<b>59.3</b>
REG OCCIDENTAL 2008	8,190	950	100	157	390	644	2,678	3,271
REG OCCIDENTAL 1991	6,698	876	241	291	424	570	2,172	2,124
<b>VARIACIÓN (%)</b>	<b>22.3</b>	<b>8.4</b>	<b>-58.5</b>	<b>-46.0</b>	<b>-8.0</b>	<b>13.0</b>	<b>23.3</b>	<b>54.0</b>
<b>Fuente:</b> Dirección de Censo y Estadística Agropecuaria. Datos preliminares CAN2008.								

Analizando el uso de la tierra por estratos, se tiene (Cuadro 2) que entre los pequeños productores, es decir aquellos que disponen de menos de diez hectáreas, el 53% del total de la finca lo destina a uso agrícola y 32% a otros usos, en tanto aquellos que poseen entre 20 y 100 hectáreas destinan 31% de la superficie de la finca para uso agrícola y 44% para uso ganadero y los grandes productores (mas de 300 hectáreas) prácticamente se dedican a la actividad ganadera, destinando 57% de la finca a esta actividad y tan sólo 7% a la agricultura.

Cuadro 2. Características de productores que residen en la finca

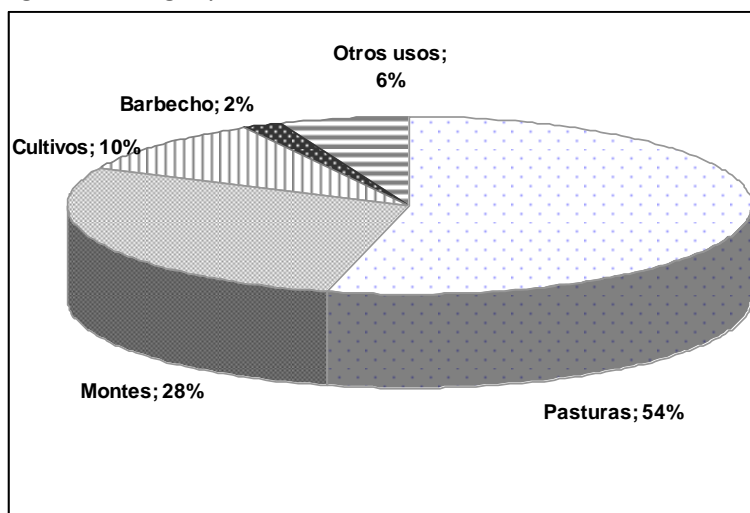
	Superficie de la Finca				
	Menos de 10 Ha	De 10 a menos de 20 Ha	De 20 a menos de 100 Ha	De 100 a menos de 300 Ha	De 300 y más Ha
<b>Cantidad de productores/Familia</b>	<b>165.071</b>	<b>52.081</b>	<b>23.217</b>	<b>3.891</b>	<b>2.469</b>
Edad promedio del productor	48	51	53	51	51
Superficie promedio de la finca	3,6	11,8	34,3	164,5	1183,9
% de uso agrícola	53	36	31	33	7
% de uso ganadero	15	27	44	49	57
% otros usos	32	37	25	18	36
Principales rubros	Mandioca, maiz, poroto, algodón, sésamo, caña de azúcar	Mandioca, soja, maíz, sesamo, caña de azúcar	Soja, maiz, trigo, mandioca, caña de azúcar	Soja, trigo, maiz, girasol	Soja, maiz, trigo, girasol
Promedio de bovinos	3,5	7,6	23,8	93,4	397,8

Fuente: Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias-MAG. (2008)

#### ***Uso del Suelo a nivel país***

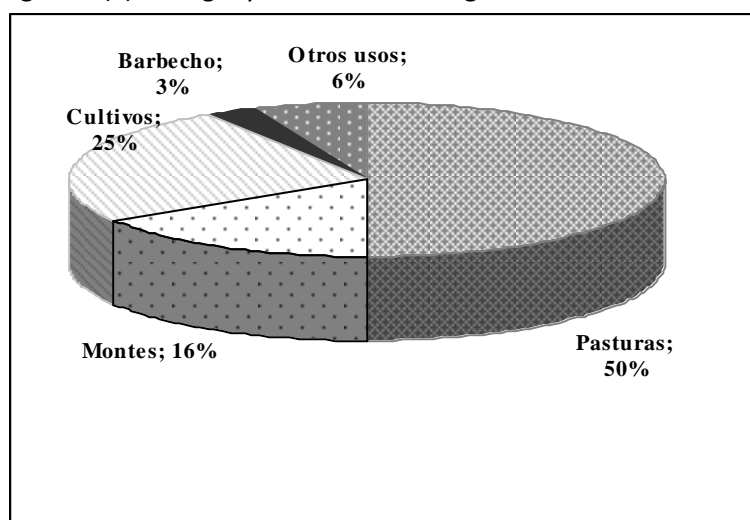
El Censo Agropecuario del 2008, arroja datos respecto al Uso de la Tierra en Paraguay. Así, la figura 1 permite visualizar que las tierras se hallan destinadas mayoritariamente (54%) al sector ganadero, en tanto que la agricultura utiliza el equivalente al 10% de la superficie apta. Puede verse del mismo modo que los montes representan el 28% del total de suelo utilizado. Este patrón de comportamiento del uso se mantiene en ambas regiones tanto la Occidental como la Oriental Figura 2 (a) y (b).

Figura 1. Paraguay. Uso de Tierra



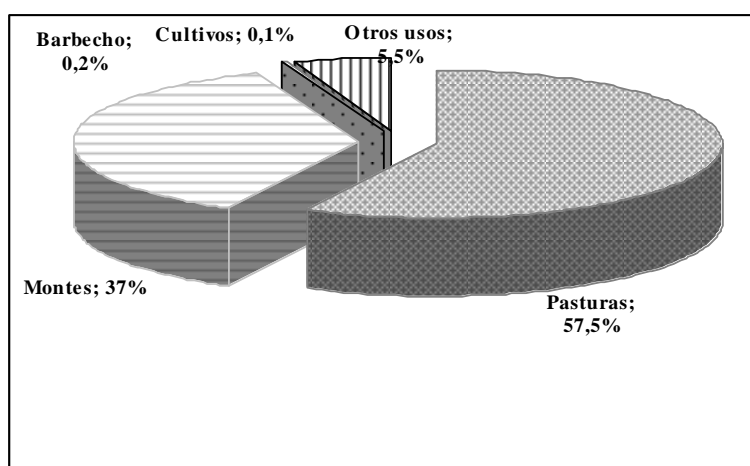
Fuente: Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias/MAG. Resultados preliminares del CAN 2008.

Figura 2(a). Paraguay. Uso de tierra Región Oriental



Fuente: Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias/MAG. Resultados preliminares del CAN 2008.

Figura 2 (b). Paraguay. Uso de Tierra Región Occidental



Fuente: Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias/MAG. Resultados preliminares del CAN 2008.

El censo Agropecuario 2008, revela que prácticamente, todas las categorías de uso de la Tierra se han incrementado, en superficie, (Cuadro 3), comparando el Censo Agropecuario Nacional del año 1991, verificándose el mayor incremento en la superficie destinada a los cultivos (102,5%), seguido de las tierras destinadas a otros usos (59,0%) y las tierras destinadas a pasturas con un incremento de 40,7%. La única categoría que ha experimentado disminución corresponde a los barbechos o tierras en descanso, estimándose que sobre esta categoría se haya producido parte del avance de la agricultura ó la ganadería. El dato llamativo constituye el incremento en el porcentaje de superficie de Montes, equivalente a 16,5% con respecto al año 1991.

En parte podría deberse al esfuerzo hecho tanto por el Gobierno como la sociedad civil y sector privado, para incentivar la actividad forestal y la conservación y preservación del bosques, con la promulgación de la Ley 536/95 “De Fomento de la Forestación y Reforestación”, que subsidia hasta un 75% el costo total de la inversión y bajo la cual se han realizado campañas de reforestación, a más, de la aplicación de otras normativas como el Decreto 14.047 (Régimen Compensatorio), la Ley 422/73 entre otros. González (s/f) refiere que la cantidad reforestada sin embargo, sólo llegaría a totalizar unas 39.278 hectáreas, hasta el año 2005, lo cual es una cantidad muy inferior al porcentaje de montes incrementado entre ambos Censos.

Cuadro 3. Paraguay. Uso de Tierra (Has)

	Explotaciones con tierras		Superficie de cultivos		Superficie de Pasturas		Superficie de Montes		Superficie en Barbecho	
	Cant.	Superf.	Cant.	Superf.	Cant.	Superf.	Cant.	Superf.	Cant.	Superf.
Total pais 2008	288.892	32.527.075	260.477	3.365.332	148.928	17.685.620	102.625	9.107.867	102.568	472.13
Total pais 1991	299.259	23.817.737	267.355	1.662.006	85.990	12.571.895	101.228	7.818.423	110.018	573.32
Variación (%)	-3,5	36,6	-2,6	102,5	73,2	40,7	1,4	16,5	-6,8	-17,6
r. Oriental	280.861	13.782.464	259.393	3.342.080	141.731	6.907.801	96.607	2.231.879	102.194	442.87



2008										
r. Oriental 1991	292.913	11.428.750	265.802	1.616.188	82.064	6.266.341	97.272	2.312.411	109.372	494.30
Variación (%)	-4,1	20,6	-2,4	106,8	72,7	10,2	-0,7	-3,5	-6,6	-10,4
r.Occidental 2008	8.031	18.744.612	1.084	23.252	7.197	10.777.819	6.018	6.875.988	374	29.266
r.Occidental 1991	6.346	12.388.987	1.553	45.818	3.926	6.305.554	3.956	5.505.012	646	79.028
<b>Variación (%)</b>	<b>26,6</b>	<b>51,3</b>	<b>-30,2</b>	<b>-49,3</b>	<b>83,3</b>	<b>70,9</b>	<b>52,1</b>	<b>24,9</b>	<b>-42,1</b>	<b>-63,0</b>

Fuente: Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias- MAG. (2008)

### Sector Forestal

En sesenta años el Paraguay ha experimentado una rápida y drástica disminución de su cobertura boscosa, que de más de ocho millones de hectáreas en la región Oriental, hoy existen tan solo aproximadamente 1,6 millones de hectáreas de bosque alto continuo, lo que representa menos del 10 % del territorio de la región (Cuadro 4). La deforestación al igual que en otros países de Latinoamérica responde a patrones similares: la expansión de la frontera agrícola-ganadera, la gran demanda de los productos madereros a nivel internacional, la pobreza que encuentra en los bosques una fuente rápida y segura de ingresos y el poco valor agregado dado a los demás bienes y servicios brindados por los bosques.

Cuadro 4. Paraguay. Región Oriental. Proceso de Deforestación Años 1945/2008

<b>Años</b>	<b>Superficie Boscosa (has)</b>	<b>% Sup. Boscosa s/Sup. Total</b>
1945	8.805.000	55.1
1965-1968	7.042.000	44.1
1975-1976	5.042.000	34.4
1984-1985	3.929.000	24.6
1991	2.403.000	15.0
2002*	1.837.718	11.5
2008**	2.231.879	14.0

\*Datos de Molinas (2006) \*\* Datos Preliminares del Censo Agropecuario Nacional 2008

Fuente: Bozzano y Weik, 1992 GTZ/MAG.

Atendiendo a la cifra boscosa del año 1991, donde existían en la región Oriental aproximadamente 2,2 millones de hectáreas de bosque alto continuo, 742 mil hectáreas serían bosque alto degradado y 400 mil hectáreas de bosque ralo en islas. Si se considera que 250 mil hectáreas forman parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, unas 340 mil hectáreas sería bosque de transición de productividad mínima y otras 340 mil hectáreas de bosque de nula productividad maderera (MAG-PNUD-BM, 1997).

La deforestación también estuvo impulsada por incentivos perversos, como el Estatuto Agrario del año 1963 que consideraba a los bosques como tierras incultas o no explotadas racionalmente y sujetas a la expropiación. Esta situación generó un rápido cambio en el uso de la tierra,

propiciándose la expansión de la frontera agrícola en el marco del proceso de colonización de las décadas del 70 y 80 especialmente hacia las regiones este y noreste del país, conocido como la “marcha hacia el este”. Extensas áreas de bosques naturales de la región Oriental desaparecieron, siendo "el proceso de deforestación indiscriminado y sin ninguna consideración al tipo de suelo, categoría del uso de la tierra o cursos naturales de agua (MAG-PNUD-BM, 1997).

El monitoreo de la situación forestal en el país no ha sido sistemático por lo cual las cifras difieren de organización en organización y de año en año. Asimismo, las observaciones han dado énfasis a la situación forestal en la región Oriental (pues la mayor presión, en cuanto a la cantidad de población, se halla en esta región), estando la región Occidental bastante más desprovista de datos.

Sin embargo, y a pesar de las diferencias, hay coincidencia en que el país ha llegado a tener las tasas más altas de deforestación. Causarano (1997) en Yore (2000) menciona que la tasa media aproximada de deforestación para la región Oriental, en el período comprendido entre 1985 a 1991, fue de 290.000 ha/año, con picos de hasta 500.000 ha/año, llegando a ser una de las más altas del mundo.

En el Cuadro 5, puede visualizarse diferente información sobre tasas de Deforestación también para la región Oriental, elaborada por la Organización No Gubernamental WWF y disponible en su sitio de Internet.

Cuadro5. Paraguay. Región Oriental. Tasas de Deforestación años 1960-2008

<b>Año</b>	<b>Tasa de deforestación (ha/año)</b>	<b>Fuente</b>
1960	123.000	MAG, citado por IICA
1970	212.000	SFN, 1995.Citado por FAO
1986	289.000	CIF, 1994.Citado por FAO
1995	113.000	GLCF,2002
1997	85.000	MAG, citado por IICA
2002	110.000	FAO, 2003
2005	20.000	GP-WWF
2006	6.400	GP.WWF
2007	5.600	WWF
2008	9.503	WWF
2009	1.894*	WWF

\*Preliminar a marzo de 2009

Fuente:

[http://www.wwf.org.py/lineas\\_accion/gis/monitoreo\\_de\\_la\\_deforestacion/](http://www.wwf.org.py/lineas_accion/gis/monitoreo_de_la_deforestacion/)

Como particularidad de la explotación forestal en Paraguay, se tiene que casi la totalidad de las tierras con bosques son de propiedad privada, utilizándose para la explotación tecnología primaria y empírica, hecho que ha llevado a sobreexplotar los bosques nativos sobrepasándose el límite de la sostenibilidad (Causarano, 1997). En tanto la contribución al aspecto social del sector forestal da cuenta que de la actividad participan de manera directa aproximadamente 12.000 personas e indirectamente 24.000 personas representando esta cifra 1,7% de la PEA al año 2001. Cuadro resumen de empleos generados por el sector a nivel de algunos países de Latinoamérica en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Cono Sur. Empleos directos e indirectos del sector forestal

<b>Pais</b>	<b>(1000 personas)</b>			<b>% (PEA)</b>
Argentina	88	176	264	1,7
Brasil	1.500	3.000	4.500	5,6
Chile	117	234	351	5,5
Paraguay	12	24	36	1,7
Uruguay	14	28	42	3,2
<b>Total cono Sur</b>	<b>1.731</b>	<b>3.462</b>	<b>5.193</b>	<b>4,9</b>

Fuente: FAO. (S/F). Disponible en <http://www.fao.org/docrep/009/j7507s/j7507s00.HTM>

### *Deforestación en la Región Occidental o Chaco*

Los bosques chaqueños, hasta hace unos pocos años, han experimentado menor presión antrópica debido básicamente a los siguientes factores: (1) la densidad poblacional es baja (0,6 habitantes por km<sup>2</sup>); (2) la cobertura de servicios básicos, como caminos ha sido también baja debido a la baja demanda representando un alto costo para el Gobierno subvencionar prácticamente la totalidad de las inversiones y, (3) la madera de las especies forestales dominantes como masa boscosa en el Chaco, como los palmares (*Copernicia alba*) y los algarrobales (*Prosopis sp.*) han sido codiciados en menor medida por el mercado internacional en relación a las maderas de la región Oriental. En tanto el acceso a las especies más codiciadas y demandadas por el mercado internacional y que tienen al Chaco como hábitat principal, como el palo santo (*Bulnesia sarmientoi*), se tornaba difícil y los precios no pagaban el costo y; (4) el agreste clima de la región conspiraba contra aquellos que no conocían el lugar haciendo la incursión prácticamente imposible.

Con la paulatina urbanización de la región chaqueña llegan los servicios básicos y comienza el auge de la producción especialmente la ganadera (bovino de carne y leche) favorecido por el asentamiento de Colonias de Inmigrantes. A la par de esto, la extractiva y selectiva explotación de madera en la región Oriental que hizo que la masa boscosa llegue al límite de la sostenibilidad, hizo que la presión sobre la cobertura boscosa se traslade hacia la región chaqueña de manera acelerada.

Según datos preliminares del Censo Agropecuario Nacional 2008 (MAG/DCEA, 2008), el uso actual del suelo de la región Occidental estaría representado en el Cuadro 14, incrementándose, con relación al Censo Agropecuario 1991, en un 70,9% la superficie destinada a uso pecuario o ganadero en detrimento de las tierras de cultivo (49,3%) y de las tierras en descanso que decrecieron en un 63,0%. En tanto la superficie utilizada por los bosques habría crecido en un 24,0 %. La superficie de bosque reflejada en el Censo Agropecuario no constituye toda la superficie boscosa existente en el Chaco pues al ser datos de un censo agropecuario sólo se realiza la encuesta a propietarios que están explotando o produciendo en sus suelos, no contemplándose las superficies de bosques correspondientes a asentamientos indígenas y las áreas protegidas.

Cuadro 7. Paraguay. Uso del suelo región Occidental (2008).

<b>Año</b>	<b>Superficie con Cultivos (has)</b>	<b>Superficie con pasturas (has)</b>	<b>Superficie con montes (has)</b>	<b>Superficie en Barbecho (has)</b>	<b>Otros usos (has)</b>
<b>2008</b>	23.252.	10.777.819	6.875.988	29.266	1.037.340
<b>1991</b>	45.818	6.305.554	5.505.012	79.028	452.575

Fuente: MAG/DCEA (2008). Datos preliminares del Censo Agropecuario Nacional

El carácter Preliminar de los datos del Censo Agropecuario Nacional 2008, permiten pensar en cifras que deben ser corregidas y ajustadas a razón de observaciones y monitoreos así como del conocimiento empírico existente, especialmente, sobre la actual presión del cual son objeto lo bosques chaqueños hoy día.

Monitoreos satelitales de instituciones de la sociedad civil, como la Organización No Gubernamental Guyra Paraguay, revelan que la deforestación en el Chaco en el 2009 es alarmante. Manifiesta que prácticamente en un mes (del 11 al 27 de Abril de 2009) se deforestaron 854,63 hectáreas dando en promedio 53,4 hectáreas diarias, lo que se habría incrementado en el siguiente mes (del 27 de abril al 21 mayo 2009) a 31.027 hectáreas representando en promedio 1.291 hectáreas por día<sup>2</sup>.

Esto motivó, a instancias de constantes denuncias de la sociedad civil que las autoridades adopten decisiones firmes en el uso y manejo del bosque en la región Occidental. En este sentido, la autoridad ambiental del Paraguay, la Secretaría del Ambiente (SEAM), emite en el mes de mayo (2009) la Resolución 1625 “Por la cual se suspende el otorgamiento de nuevas licencias en la Región Occidental o Chaco, hasta tanto el Instituto Forestal Nacional (INFONA) autoridad con competencia forestal, determine la calificación de los Bosques y Tierras Forestales”, con lo cual los nuevos emprendimientos a ser encarados y que tipifiquen como actividades que deben someterse bajo el proceso de la Ley 294/03 “De Evaluación de Impacto Ambiental” quedan suspendidas.

#### La deforestación y las condiciones socioeconómicas

La deforestación tiene varias y complejas aristas, respondiendo a causas directas tales como la tala indiscriminada y la demanda y presión selectiva de los mercados así como causas subyacentes o indirectas como la migración o la pobreza. Se ha tratado de encontrar cierta relación que muestre la participación de ciertos indicadores en el proceso de deforestación o su contribución en el manteniendo de la cobertura boscosa. A nivel regional, la FAO (2001) en su estudio “Causas y Tendencias de la Deforestación en América Latina” presenta correlaciones entre cinco factores socioeconómicos y la tasa anual de deforestación en catorce países, tanto de América Central como América del Sur, durante la última década.

Como aspecto resaltante se menciona que las correlaciones más significativas fueron la densidad poblacional que influye de manera negativa a la conservación de la masa boscosa y el crecimiento del producto interno bruto con una influencia positiva sobre la conservación de la cobertura boscosa, es decir, a mayor crecimiento económico se tiende a conservar los bosques. Las otras dos variables, porcentaje de la población rural y tasa anual de crecimiento poblacional, si bien influyen de manera negativa en la conservación, son aparentemente poco significativas, en tanto el PIB por habitante si bien influye de manera positiva a la conservación también se muestra poco significativo. Datos de origen del modelo lineal para los países participantes así como los resultados de la correlación pueden verse en el Cuadros 8 y 9.

Cuadro 8. Tasas de deforestación e indicadores macroeconómicos por países

País	Tasa Anual Deforest. (%)	PIB.Crec. Anual (%)	Densidad poblacional Hab/km <sup>2</sup>	Crec. Anual de la Poblac.(%)	% de la población rural	PIB per cápita (UD Dólar)
------	--------------------------	---------------------	--	------------------------------	-------------------------	---------------------------

<sup>2</sup> Declaraciones de Alberto Yanosky, Director Ejecutivo de Guyra Paraguay. ABC Color. Domingo 24 Mayo 2009.

Costa Rica	0.8	2.6	67.1	2.4	50.3	2160
El Salvador	4.8	1.2	278.4	2.2	54.9	1320
Guatemala	1.9	0.8	98	2.9	58.5	1110
Honduras	1.1	0	50.5	3	56.1	580
México	0.9	0.9	49.1	2.1	24.7	3750
Nicaragua	3.6	0	36.5	3.7	37.1	360
Panamá	1.8	1	35.3	1.9	46.8	2580
Bolivia	0.3	1.4	6.8	2.4	39.2	770
Brasil	0.4	2	19.1	1.7	21.8	3020
Colombia	0.4	2.3	33.8	1.7	27.3	1400
Ecuador	1.3	0.8	41.4	2.2	41.6	1170
Paraguay	0.5	1.3	12.5	2.8	47.3	1500
Perú	0.4	3	18.6	1.9	27.8	1490
Venezuela	0.4	2	24.8	2.3	7.2	2840

Fuente: FAO (2001).

Cuadro 9. Latinoamérica. Correlación entre tasa de deforestación y variables socioeconómicas

Variables independientes relacionadas con la tasa de deforestación (Y)	R <sup>2</sup> Correlación lineal
Densidad poblacional	0,6260*
Crecimiento anual del PIB	0,2486
% de población rural	0,2103*
Tasa de crecimiento de la población	0,1514*
PIB por persona	0,1068

\*Con influencia negativa sobre la cubierta boscosa

Fuente: FAO (2001).

Esta situación nos indica que cuando los países van adquiriendo mayor desarrollo económico la dependencia o la presión sobre los recursos naturales “in natura” tenderá a disminuir pues se generará mayor oportunidad de trabajo para la población, con lo cual la premisa básica de subsistencia que prima en caso de pobreza se equiparará al interés por la protección ambiental.

### **Residuos Sólidos Urbanos y Residenciales<sup>3</sup>**

La situación de los residuos sólidos en Paraguay se presenta compleja, constituyendo un desafío para las políticas públicas lograr una solución sostenible, respecto a la disposición final de los mismos. En cuanto a la cobertura del servicio de recolección y disposición se puede decir que es bajo representando solo el 48% en área urbana (OPS, 2001), aunque se haya registrado un incremento en el servicio de recolección de residuos en el interior del país equivalente a 35% en el 2000, en comparación al año 1996.

<sup>3</sup> Estudio, realizado por el Ing. Roberto A. Lima Morra, de CONTECSA, con el apoyo de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, resume las experiencias recopiladas en el sector de residuos sólidos por el autor, y que parte del mismo sirvieron de base para el Diagnóstico Preliminar del Análisis Sectorial de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay en el 2000. Con este aporte, se mantiene actualizada una base de datos sobre el sector en el país, desde 1995. Presentado en el XXIII Congreso Interamericano de Ingeniería sanitaria y ambiental. Cancun –México 27-31 octubre 2002.

La responsabilidad de la recolección recae en 56% en el sector público, 37% en el privado; 8% de los municipios poseen ambos servicios. La frecuencia de recolección es variable, el 14% de las ciudades tendrían un servicio diario, el 38% interdiario y el 40% dos veces a la semana y 9% una vez a la semana. El índice de población atendida por vehículo es de 4.246. El 80% de los vertederos del país son Vertederos a cielo abierto, el 20% restante son Vertederos Controlados, con algún tipo de control mínimo. Existen ciudades que no cuentan con un vertedero, pero si poseen un servicio de recolección, depositando los residuos de sus habitantes, en fosa común para basuras.

Con respecto al volumen de producción de residuos, Paraguay a la fecha puede constituirse uno de los mayores productores de residuos sólidos por habitante de la región Latinoamericana (Cuadro10). En el año 1996, estudio realizado por la Agencia de Cooperación del Japón (JICA) disponible en Acurio (1998) mencionaba que el promedio de producción de desechos sólidos municipales en Paraguay era de 0,94 kg por habitante; en tanto estudio de actualización realizado por CONTECSA (2002) permite saber del incremento de la producción per cápita de desechos a 1,038kg./hab/día, con un total aproximado, para el año 2002, de 3.257 toneladas de desechos sólidos urbanos producidos de manera diaria. En el Cuadro 11 se refleja la producción de algunos distritos más importantes del Paraguay, datos recogidos a partir de Encuestas realizadas en el año 1996 y actualizados para algunos distritos al año 2000.

Cuadro 10. América Latina. Generación per cápita de residuos sólidos municipales

Ciudad	Población (miles habitantes)	Producción RSM (tn/día)	Generación per cápita (kg/hab/día)
San Pablo (AM) 96	16.400	22.100	1,35
México D,F (94)	15.600	18.700	1,20
Buenos Aires (AM) 96	12.000	10.500	0,88
Rio de Janeiro (AM) 96	9.900	9.900	1,00
Montevideo (95)	1.400	1.260	0,90
San José, Costa Rica 95	1.000	960	0,96
Cartagena, Colombia 96	600	560	0,93
<b>Asunción (AM)96</b>	<b>1.200</b>	<b>1.100</b>	<b>0,94</b>

(AM) Área Metropolitana

Fuente: Acurio, et al. (1998)

El Cuadro 11 refleja el volumen, en principales municipios del país, de residuos sólidos.

Cuadro 11. Paraguay. Generación de residuos sólidos por ciudades

Ciudades	Residuos Sólidos Domiciliarios (kg/hab/día)	Residuos Sólidos Urbanos (kg/hab/día)
Asunción ('94)	0,937	1,312
San Lorenzo ('94)	0,931	1,074
Ñemby ('94)	1,014	1,046
Cnel. Oviedo ('95)	0,920	-
Paraguari ('95)	1,106	-

Villeta ('95)	0,730	0,750
Encarnación ('96)	-	1,120
Ciudad del Este ('96)	-	1,389
Atyrá ('96)	0,920	-
Itaiguá ('97)	0,935	1,010
Luque ('98)	0,826	-
Obligado ('99)	0,592	0,664
Bella Vista ('99)	0,579	0,620
Hernandarias ('99)	0,660	0,719
San Alberto ('99)	0,778	0,821
Ypacaraí ('99)	-	1,400
Ayolas ('00)	1,296	1,403
Coronel Bogado ('00)	0,880	1,130
Itaiguá ('00)	-	0,910
Luque Urbano ('00)	1-	1,080
Luque Suburbano ('00)	2 -	1,200
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,874</b>	<b>1,034</b>

Fuente: CONTECSA, Situación de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay, 1996 y sus actualizaciones.

Si se analiza la composición de los residuos sólidos emitidos por los habitantes del Área Metropolitana de Asunción, se tiene que el mayor porcentaje corresponde a residuos orgánicos, conteste a las tendencias mundiales que indican que en los países en vías de desarrollo la composición dominante es materia orgánica degradable. Ver Cuadro 12.

Cuadro 12. Paraguay. Composición de los residuos sólidos del Área Metropolitana de Asunción (1994)

Composición	%
<b>Orgánicos</b>	<b>68,0</b>
Desperdicios de cocina	37,4
Desechos de patios y jardines	19,2
Papeles y cartones	10,2
Textiles	1,2
<b>Inorgánicos</b>	<b>32,0</b>
Plásticos	4,2
Metales	1,3
Vidrios	3,5
Cerámicas y Piedras	2,5
Cueros y Gomas	0,6
Otros (tierras, pañales, pilas)	19,9
<b>Total</b>	<b>100</b>

Fuente: CONTECSA, Situación de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay, 1996 y sus sucesivas actualizaciones

La recolección diferenciada en la fuente de generación de los residuos aún es una práctica incipiente en el país al igual que el reciclado. Sólo la Municipalidad de Asunción realiza una recolección selectiva, en algunos barrios de Asunción, asistiendo a un total de 3.000 viviendas en forma subsidiada.

El reciclaje se maneja de un modo informal a través de los gancheros (pepenadores, catadores, cirujas, buzos o segregadores), principalmente en el Vertedero Cateura, donde la ciudad de Asunción y otros cuatro municipios del Área Metropolitana depositan sus residuos (se estima que al vertedero Cateura llega de manera diaria 600.000 a 700.000 kilogramos de residuos sólidos) SEAM/PNUMA/Municipalidad de Asunción, (2008).

El total de recuperación o reciclado de los productos posibles no alcanza el 10%, en tanto se estima que el número de los trabajadores informales (gancheros) está aproximadamente en 2.015 personas (para el año 2000) de las 617 personas en el año 1996, lo que muestra un gran aumento (164%) CONTECSA (2000).

### ***Generación de residuos sólidos y condiciones económicas***

Numerosa literatura da indicios de la existencia de correlación entre la calidad y la cantidad de residuos sólidos generados y las condiciones económicas de los países asumiéndose que países con menores ingresos generan menos residuos, debido a un menor consumo, y sus componentes son menos reciclables (Universidad de Antioquia, 2004; Orccosupa, 2002; Acurio et al., 1998). A nivel Latinoamérica, la tendencia observada, según Acurio (1998), respecto a la correlación entre ingresos y generación de residuos es la siguiente:

Países de bajos ingresos 0,4 - 0,6 kg/hab/día  
 Países de ingresos medios 0,5 - 0,9 kg/hab/día  
 Países de altos ingresos 0,7 - 1,8 kg/hab/día

En Paraguay se han hecho estudios piloto donde se trata de visualizar esta situación con resultados dispares en algunas localidades. Estudio realizado por la Agencia de Cooperación del Gobierno del Japón (JICA) en Asunción en el año 1993, indicaba un incremento anual de la generación de residuos de 1 a 3% ligado al aumento del ingreso per cápita (Acurio, 1998). En tanto, en el estudio “Análisis Sectorial de los desechos sólidos”, llevado a cabo por la OPS (2001), mediante Caso Piloto se analizó la cantidad de residuos sólidos generados según estratos sociales, clasificado estos como alto, medio y bajo (sin especificarse los valores de ingreso que determinan dichas categorías) para tres localidades del Paraguay, la capital Asunción, y dos de la región Oriental. Los resultados, Cuadro 13, revelan que el comportamiento mayoritario responde a lo mencionado en las literaturas, es decir a mayor nivel de ingreso mayores generaciones de residuos sólidos, sin embargo también se producen resultados antagónicos a esta tendencia para dos ciudades Hernandarias y Coronel Bogado, donde el estrato alto genera menos residuos sólidos.

Cuadro 13. Paraguay. Generación de residuos sólidos urbanos según estrato de la población

Estratos	Asunción	Hernandarias	Coronel Bogado
	(kg/hab/día)	(kg/hab/día)	(kg/hab./día)
Alto	1,078	0,595	0,863
Medio	1,031	0,629	0,702
Bajo	0,538	0,694	1,107
Promedio	0,937	0,660	0,880

Fuente: OPS (2001) con datos de JICA/MSPyBS (1994) y CONTECSA.



La particularidad observada en estas ciudades resume una característica del país: Paraguay presenta una de las más altas tasas de generación de residuos sólidos per capita de la región que oscila entre 0,870 y 1,038 kg/hab.día (OPS, 2001), sin embargo el ingreso per. capita no se encuentra entre los más altos de la región.

#### *Marco Legal e Institucional del manejo de residuos sólidos<sup>4</sup>*

1. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social a través de su organismo técnico el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental - SENASA, como órgano normativo y responsable por el cumplimiento del Código Sanitario (Ley Nº 836/80).
2. Los Municipios como responsables de dictar las medidas necesarias de acuerdo al Código Sanitario para la Recolección y Tratamiento de Residuos (Ley Orgánica Municipal ley Nº 1294/87, art. 42, j).
3. La Secretaria del Ambiente como organismo responsable por ley de velar por la calidad Ambiental y de dictar las declaraciones sobre Impactos Ambientales (Ley Nº 294/93).
4. El Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, que debe velar por la protección de los caminos y carreteras de la República (Decreto-Ley Nº 22094/47, art. 186).
5. Los Gobiernos Departamentales, como coordinadores con el Gobierno Central sobre las Políticas Sanitarias de sus Departamentos y que además pueden dictar Ordenanzas, Reglamentaciones y Realizar Servicios Públicos si fueran estos necesarios (Ley Nº 426/94, Orgánica del Gobierno Departamental).
6. El Instituto de Desarrollo Municipal, como Asesoría Técnica y Financiera de los Municipios.

De estas Instituciones se encontró, con excepción de los municipios, que solo el SENASA posee un Departamento de Residuos Sólidos; las demás instituciones actualmente se vinculan al sector en forma informal, a través de otras oficinas.

#### *En cuanto a las Reglamentaciones:*

1. El SENASA, como organismo Normativo, ha elaborado un proyecto de Reglamentación que aún no fue promulgado por el Ministro de Salud, pero ya están implementando parte de las pautas que en ella se dispone.
2. Existen las Leyes 42/90 y 567/95, que Prohíben la Importación de Residuos Tóxicos y Peligrosos y que ratifica el Convenio de Basilea, respectivamente.
3. La ley de Evaluación de Impactos Ambientales incluye a los Residuos Sólidos. Si bien, ya tiene un borrador de Reglamento, donde no requieren de estudios, por ejemplo, las ciudades menores de cien mil habitantes; tampoco fue promulgado, lo que debe hacerse por ley.
4. Los Delitos contra el Medio Ambiente, son sancionados con penas punitivas y carcelarias de hasta ocho años; el mal manejo de los residuos sólidos urbanos, industriales, tóxicos, peligrosos e inclusive la no incineración de los residuos hospitalarios; pero aún a igual que todas las anteriores no posee las reglamentaciones al respecto.

---

<sup>4</sup> Situación de los Residuos Sólidos en La Republica del Paraguay. Lima Morra Roberto Andrés Consultora Técnica de Ingeniería S.A. – CONTECSA .Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Católica de Asunción Dirección Postal: De las Palmeras Nº 5345 c/ Rca. Arg., Bº Villa Morra Asunción - República del Paraguay  
<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03231e16.pdf>

5. Las Ordenanzas Municipales, son las reglamentaciones que más existen, un promedio del 70% de los municipios del País, tienen algún tipo de reglamentación. Las más comunes son las que “Prohíben la disposición de Residuos Sólidos en la vía pública”.
6. El Instituto de Desarrollo Municipal, ha elaborado un Manual de Residuos Sólidos, sobre una experiencia realizada conjuntamente con el SENASA, en la comunidad de Carapegua.

## INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

A fin de dar cumplimiento a los compromisos asumidos por la República del Paraguay ante la Convención Marco de las Naciones Unidas, se preparan las Comunicaciones Nacionales contemplando los componentes sugeridos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático. En el año 2001 se publica a través de la institución rectora de la gestión ambiental a nivel país, la nóvel Secretaría del Ambiente, sucesora de la Subsecretaría de Estado de Recursos Naturales y Medio Ambiente, la Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas desarrollada bajo el Proyecto PAR/98/G31; en tanto la Segunda Comunicación Nacional se halla en fase de edición y cuya publicación se espera para fines del primer semestre del 2009.

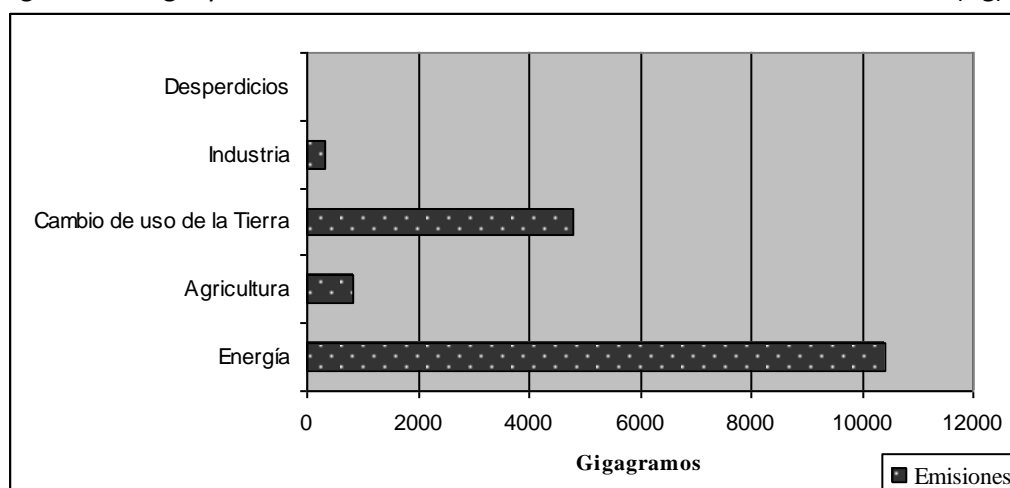
La Primera Comunicación Nacional contempló el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero para dos años base, 1990 y 1994 atendiendo las categorías contempladas por el IPCC en *"Guidelines for National Greenhouse Gases Inventories"*, versión 1994. En tanto, la Segunda Comunicación Nacional en fase de publicación (junio 2009) utilizó la versión Revisada 1996 de la Guía Nacional para la elaboración de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero.

Se detalla a continuación principales hallazgos así como particularidades de cada inventario.

### Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990

Según el Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Año Base 1990, el sector que más contribuyó en las emisiones totales fue el energético representando 63,63% seguido por el sector Cambio de Uso de la Tierra/Silvicultura con un 29,2% del total. En tanto, si de gases se habla, el Dióxido de Carbono se encuentra en primer lugar llegando a 87,24% y el monóxido de carbono representó 6,75% del total emitido, en tanto el metano el 4,7%.

Figura 3. Paraguay Emisión sectorial total de Gases de Efecto Invernadero 1990 (Gg)



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional 1990.

Los sectores contribuyentes a la emisión de dióxido de carbono se visualizan en el cuadro 14 donde el sector energético se constituye en el principal aportante por la quema de combustible fósil proveniente básicamente del sector transporte terrestre.

Cuadro 14. Paraguay. Emisiones totales de CO<sub>2</sub>. Inventario 1990 (Gg)

Sectores	CO2
<b>Energía</b>	
Quema de combustibles fósiles	10.409,26
<b>Cambio de Uso de la Tierra</b>	
Conversión de Bosques y Sabanas	42.469,53
Conversión del bosque y otras formas de Biom. Maderable	-38.939,08
<b>Industria</b>	
Producción de cemento	189,79
Producción de cal	26,35
Otros usos de piedras calizas	3,58
Utilización de carbonato de sodio	1,84
Producción de metales	112,76
<b>Total de emisiones</b>	<b>14.274,03</b>

Fuente: SSERNMA/DOA-NNUU/UNITAR, 1999

En tanto las emisiones de metano encuentran su principal fuente de emisión en el sector ganadería, específicamente la fermentación entérica del ganado.

Cuadro 15. Paraguay. Emisiones totales de CH<sub>4</sub>. Inventario 1990 (Gg)

Sectores	CH4
<b>Agrícola</b>	
Fermentación entérica-cultivo de arroz	642,02
<b>Energía</b>	
Combustión de combustibles	0,0174
<b>Desperdicios</b>	
Desechos sólidos	3,256
Aguas residuales	0,0004582
<b>Cambio de uso de la tierra</b>	
Quema de bosque	125,02
<b>Total de emisiones</b>	<b>770,3138</b>

Fuente: SSERNMA/DOA-NNUU/UNITAR, 1999

Se desglosan las emisiones de cada sector no energético, contemplado en el Inventario 1990 según categoría del IPCC.

### Sector Agrícola

Quema Prescrita de Sabanas: Las emisiones netas de dióxido de carbono, CO<sub>2</sub> provenientes de esta actividad fueron consideradas nulas.

Quema en el Campo de Residuos Agrícolas: La quema en el campo de los residuos de las cosechas no se consideró fuente neta de dióxido de carbono, ya que se supone que el carbono liberado en la atmósfera se reabsorbe en la siguiente temporada de crecimiento.

Suelos agrícolas: Las emisiones de óxido nitroso, N<sub>2</sub>O, procedentes de los sistemas agrícolas incluyen (1) emisiones directas de N<sub>2</sub>O procedentes de los suelos agrícolas, (2) las emisiones directas de N<sub>2</sub>O procedentes de los suelos dedicados a la producción animal y (3) las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O que proceden del nitrógeno utilizado en la agricultura. Los datos utilizados para estimar las emisiones de esta fuente fueron: el total de fertilizantes sintético utilizados en el país; número de cabeza de ganados en el país por las siguientes categorías: ganado no lechero, ganado lechero, aves de corral, ovejas, cerdos y otros animales; legumbre secas y soja

producidas en el país; producción seca de otros cultivos y superficie de los suelos orgánicos cultivados (histosoles) en el país.

El cuadro 16 resume las emisiones visualizándose que el gas emanado en mayor proporción por parte de este sector es el metano proveniente básicamente del ganado doméstico.

Cuadro 16. Paraguay. Resumen de las emisiones del sector Agrícola 1990 (Gg)

Fuente	CH4	N2O	CO	NOx
Ganado doméstico	464,424	9,462	-	-
Cultivo de Arroz	5,865	-	-	-
Quema de sabana	171,734	21,252	4,508	76,811
Quema de residuos Agrícolas	0,274	0,015	5,759	0,536
Suelos agrícolas	-	64,430	-	-
Totales	642,023	95,159	10,267	77,347

Fuente: SSERNMA/DOA-NNUU/UNITAR, 1999.

### Cambio y Uso de la Tierra

Las actividades estudiadas en este sector incluyeron:

- Tala de bosques y quema.
- Quema de madera (leña y carbón) para fines energéticos.
- Quema de pasturas.
- Conversión de bosques y praderas en áreas de cultivo: Comprenden la conversión de estos sectores producto de la acción de la quema, produciendo gases como el CO<sub>2</sub> y otros (CO, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>).
- Conversión de tierras en pasturas.

Durante este periodo, la captura de CO<sub>2</sub> en este sector fue importante casi igualando en cantidad a las emisiones dando un balance, si bien negativo, significativamente inferior al esperado en ausencia de las absorciones.

Cuadro 17. Paraguay. Resumen de las emisiones sector Cambio de uso de la tierra (Gg)

Fuente	CO2	CH4	N2O	NOx	CO
Cambio en el bosque y otra forma de biomasa maderable	-38.939,085	NE	NE	NE	NE
Conversión de bosques y sabanas	42.469,530	NE	NE	NE	NE
Quema de bosque en el sitio de gases rastreados. Quema de biomasa	NE	125,02	0,85	31,04	1.094,60
<b>Total de emisiones</b>	<b>3.530,445</b>	<b>125,02</b>	<b>0,85</b>	<b>31,04</b>	<b>1.094,60</b>

NE: No Estimado

Fuente: SSERNMA/DOA-NNUU/UNITAR, 1999.

### **Sector Industrial**

Paraguay es un país con industrias tipificadas como poco intensivas en tecnologías contaminantes por lo que la contribución de este sector en las emisiones GEI, es muy baja con respecto a otros sectores y con respecto a las emisiones regionales. La mayor contribución del sector constituye el dióxido de carbono proveniente de la fabricación de cemento una de las industrias mas significativas, junto a la de cal, que posee el país.

Cuadro 18. Paraguay. Resumen de emisiones de gases de efecto invernadero del sector industrial 1990 (Gg)

<b>Fuente</b>	<b>NOx</b>	<b>CH4</b>	<b>CO2DM</b>	<b>CO</b>	<b>SF6</b>	<b>SO2</b>	<b>CO2</b>
Producción de cemento						0,1	189,79
Producción de cal							26,35
Otros usos de piedra caliza							3,58
Utilización del carbonato de sodio							1,84
Pavimentación asfáltica			1,23				
Otros productos químicos		0,000117	0,000164			0,086	
Producción de metales	0,00415		0,00660	0,0771		0,1106	112,76
Producción de bebidas			2,56				
Producción de alimentos			1,392				
Instalaciones eléctricas					0,00106		
<b>Total</b>	<b>0,00415</b>	<b>0,000117</b>	<b>5,19</b>	<b>0,0771</b>	<b>0,00106</b>	<b>0,297</b>	<b>334,32</b>

Fuente: SSERNMA/DOA-NNUU/UNITAR, 1999.

### **Sector Desperdicios**

En veinte años la población paraguaya se ha vuelto más urbana que rural. El Censo Nacional de Población y Viviendas del año 2002 revela que el porcentaje de la población urbana representa 56,71% con respecto al 42,8% que representaba en el año 1982 (DGEEC, 2004). Esto hace pensar que los desperdicios, como una de las características que conlleva la urbanización, constituye un tema sensible para las políticas públicas. Si bien la producción de residuos se da a nivel de toda la población, la generada a partir de la población urbana, constituye foco de atención pues son los residuos de éstas los que demandan atención por parte de las autoridades gubernamentales para la recolección y depósito en vertederos, dado que en Paraguay, los residuos generados por la población rural, en la generalidad de los casos, son vertidos y quemados en el interior del predio de la finca o en ocasiones depositados en pozos

hechos en la tierra a cielo abierto por lo que la generación de gases resulta ínfima así como la inversión de las autoridades en servicios de higiene y salubridad.

Este sector comprende la contabilización de las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) originado por la descomposición anaerobia de los desechos sólidos municipales, las aguas residuales (doméstica y comercial) y los efluentes industriales. Además incluye la emisión de N<sub>2</sub>O procedente de excremento humano.

En Paraguay en el año 1990, los desperdicios sólidos se disponían en vertederos cuyas condiciones de manejo se asimilaran a los del tipo abierto (los desperdicios se acumulan en pilas abiertas poca profundas que por lo general no reciben compactación. Ellos no cuentan con medidas de control de los contaminantes generados, ya sean gases o lixiviados).

El cálculo de las emisiones se realizó sobre los residuos sólidos generados a nivel urbano y los depositados en el Vertedero instalado en el Área Metropolitana de Asunción, denominado Cateura, donde siete Municipios arrojaban sus desperdicios.

Cuadro 19. Paraguay. Resumen de las emisiones del sector desperdicios 1990 (Gg)

Sector	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>
Desechos Sólidos		3,256
Aguas residuales domésticas y comerciales		0,0004582
Excremento humano	0,23816	
<b>Total emisiones</b>	<b>0,23816</b>	<b>3,2564582</b>

Fuente: SSERNMA/DOA-NNUU/UNITAR, 1999

### Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1994

Las cifras indican que las mayores emisiones provienen de las actividades del sector agricultura, principalmente generadas por la quema en el campo de los residuos agrícolas. Sin entrar a considerar en forma independiente los diferentes tipos de gases, el sector agricultura en su conjunto ha representado, para 1994, el 73,5% de las emisiones totales del país. Asimismo, este sector produjo el mayor aporte de emisiones de monóxido de carbono, representando el 61,4% del total de los diferentes gases emitidos en el ámbito nacional.

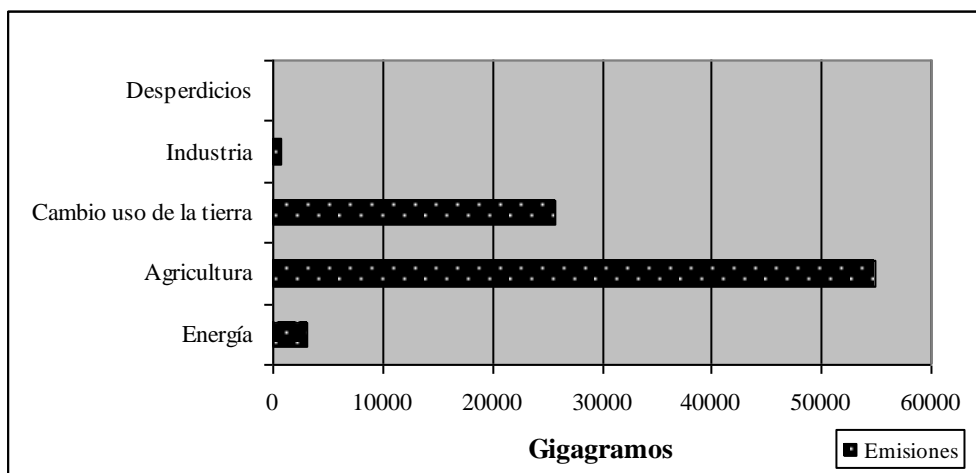
El sector cambio de uso de la tierra y silvicultura se encuentra en segundo lugar como el mayor emisor de gases de efecto invernadero aportando aproximadamente 30% del total general de emisiones, compensada, sin embargo, por la captura de CO<sub>2</sub> que este sector ha logrado realizar equivalente 9.835,93 Kton, con lo cual se llega disminuir las emisiones de dicho gas. Los demás sectores se constituyen en emisores ínfimos de gases de efecto invernadero, según el Inventario 1994, correspondiendo al sector energético tan solo el 3,1% del total emitido.

Analizando las emisiones de los diferentes gases por sector, se tiene que las emisiones del monóxido de carbono, CO, generadas en el sector energía no constituyeron valores significativos en el total nacional contabilizado. En tanto, las emisiones de metano se ven fuertemente representadas en el sector agricultura, alcanzando el 97,5% del total. Los demás sectores no presentan un aporte significativo. Los gases como el óxido nitroso y los óxidos de

nitrógeno también tienen los mayores aportes en el sector agricultura. Estos aportes en emisiones representan el 99,4% y 99,7% respectivamente.

En cuanto a las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano y las emisiones de dióxido de azufre las mismas no aportan, en conjunto, emisiones significativas a nivel nacional.

Figura 4. Paraguay. Emisión sectorial total de Gases de Efecto Invernadero 1994 (Gg)



Fuente: Elaboración propia en base al Inventario Nacional 1994.

Se analiza de manera desglosada la contribución de los sectores al total general mencionando las actividades principales que se han considerado en la cuantificación de las emisiones, siempre que ha sido posible.

#### *Sector Industrial*

Las actividades generadoras de emisiones que se contabilizaron fueron los procesos de elaboración de cemento portland, la producción de cal, utilización de piedra caliza, producción de metales, producción de bebidas y producción de alimentos.

El dióxido de carbono emitido por las actividades de este sector representaron el 3,39% de las emisiones nacionales de este gas, originado principalmente en la producción de cemento (35,93%) y en la utilización de la piedra caliza (48,61%) y, en menor porcentaje, en la producción de cal (2,84%) y producción de metales (12,62%).



Las emisiones de los óxidos de nitrógeno (0,0044 Kton) y del monóxido de carbono (0,0817 Kton) tienen escasa participación en los porcentajes nacionales, y en ambos casos provienen de la producción de metales.

Los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano se han generado a partir de la producción de metales (0,0069 Kton), producción de bebidas (0,00145 Kton) y producción de alimentos (1,81167 Kton). El total de estas emisiones representan el 100% de las emisiones nacionales de este gas.

Con respecto al dióxido de azufre las emisiones alcanzaron 0,277 Kton (100% del total nacional), las mismas fueron generadas en la producción de cemento (57,8%) y en la producción de metales (42,2%).

### *Sector agricultura*

Las principales fuentes de emisiones analizadas, según se establece en la metodología del IPCC, han sido las siguientes: ganado doméstico: fermentación entérica y manejo del estiércol; cultivo del arroz: arrozales anegados; quema prescrita de sabanas; quema en el campo de residuos agrícolas y suelos agrícolas.

Las emisiones de metano resultantes de las actividades del sector agricultura, para el año 1994, representaron el 97,51% del total nacional. Del total de estas emisiones, lo generado por la quema en los campos de residuos agrícolas representó el 76% del total sectorial.

Las emisiones de óxido nitroso ( $N_2O$ ) son las más bajas producidas en el sector agricultura, alcanzando el 99,40% de la emisión total nacional. En su mayor parte las emisiones de  $N_2O$  provinieron de la quema en el campo de residuos agrícolas alcanzando el 80,4%; mientras que el 5,4% de los gases se produjeron a partir del pastoreo de animales en praderas y pastizales. Los 14,2% restantes se distribuyen entre las emisiones indirectas de óxido nitroso por volatilización y lixiviación, las emisiones directas de los suelos agrícolas debido al aporte de nitrógeno de fertilizantes, residuos de cosecha, otros. De este subtotal, el aporte por la quema de sabanas es insignificante representando apenas el 0,7%.

Las emisiones de  $NO_x$  se produjeron principalmente como consecuencia de la quema en el campo de los residuos agrícolas del cultivo del algodón, representando este el 99,1% de las emisiones, mientras que el resto, producido por la quema de los pastos (gramíneas), sólo representa el 0,9% de las emisiones de  $NO_x$ .

Las emisiones de monóxido de carbono, CO, son las más altas producidas en el sector, alcanzando el 83,6% del total de las emisiones en el interior del sector agrícola. De este total, el 92,9% de las emisiones se originaron de la quema de los residuos agrícolas en el campo, mientras que el resto se produjo por la combustión de los pastos mayormente en la producción ganadera.

### *Cambio de uso de la tierra y silvicultura*

Se han considerado dos fuentes principales de emisiones: cambios en las existencias de biomasa en los bosques remanentes y con capacidad de generar crecimiento y, la conversión de bosques y sabanas a usos agrícolas o ganaderos, en ambos casos por efecto de actividades antropogénicas.

Las emisiones netas del dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, en este sector, que ascienden a 17.812,27 Kton, fueron las más importantes en comparación a las registradas en los demás sectores considerados, representando el 82,40% de las emisiones totales a nivel nacional.

En tanto, la participación del metano, CH<sub>4</sub>, fue de 73,19 Kton, representando el 2,36% de la emisión de este gas a nivel nacional. Estas emisiones se han generado mediante la quema de la biomasa.

El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) han contribuido con 0,50 Kton y 18,18 Kton, los cuales, en términos porcentuales de participación nacional representan, 0,20% y 0,26% respectivamente.

En materia de monóxido de carbono, CO, el sector tuvo una contribución de 640,40 Kton, representando el 1,22% de las emisiones de este gas a nivel nacional.

### *Desperdicios*

Para los cálculos de las emisiones, fueron considerados los desechos sólidos, las aguas residuales domésticas y comerciales y el excremento humano. No se consideró lodos industriales.

Las emisiones de metano estimadas para este sector representan el 0,11% del total de las emisiones nacionales del referido gas. Las mismas se han producido a través de la descomposición de la materia orgánica contenidas en los residuos sólidos urbanos y las aguas residuales domésticas y comerciales.

Los gases de óxido nitroso estimados en este sector provienen del excremento humano y representan también el 0,11% del total de las emisiones nacionales.

### **Incertidumbres**

Con relación a las emisiones de gases de efecto invernadero, al igual que en otros países de la región, en el Paraguay existen dificultades para obtener información confiable sobre la cual sentar las bases del inventario. En el país no se han identificado muchos factores específicos de emisión para los sistemas nacionales o particulares; la situación forestal y del cambio en el uso del suelo es difícil de caracterizar y muchos de los datos no existen o se deben derivar de estadísticas conexas o, incluso, de evidencia práctica sin rigor científico.

En el país existe una ausencia generalizada de infraestructura para generar información y monitorear el desarrollo de todas y cada una de las actividades en los sectores involucrados, con excepción de algunas grandes instituciones descentralizadas, que internamente cuentan con los medios necesarios para hacerlo. Además, la información normalmente no está disponible y es de difícil acceso (FORESTA SRL, 2000).

Cuadro 20. Paraguay. Resumen General del Inventario de Gases de Efecto Invernadero 1994 (Kton)

Sector	CO2 Emisión	CO2 Adsorción	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM
<b>1. Energía</b>							
Industria de la energía	1,57		0,0001	0,0003	0,0001	0,0003	
Ind. manufact. y Construcción	329,19		0,0024	0,069	0,277	0,069	
Transporte	2556,98		0,021	0,548	2,256	0,562	
Residencial y Comercial	180,43		0,030	0,011	0,141	0,029	
<b>2. Procesos Industriales</b>							
Productos minerales	641,08						
Producción de metales	92,58				0,004	0,081	0,0069
Producción bebidas							0,0014
Producción alimentos							1,811
<b>3. Agricultura</b>							
Fermentación entérica			580,3				
Manejo de estiércol				12,70			
Cultivo de arroz			3,62				
Suelos agrícolas				31,76			
Quema de sabanas			139,87	1,73	62,56	3671,50	
Quema de residuos agrícolas			2292,64	189,14	6836,15	48145,35	
<b>4. Cambio de uso de la tierra</b>							
Cambio existencia biomasa	2235,81	12071,74					
Conversión de bosques y sabanas	27648,20		73,19	0,50	18,18	640,40	
<b>5. Desperdicios</b>							
Desechos sólidos			3,678				
Aguas residuales			0,0004				
Excremento humano	0,269						
Bunker internacional	142,20						
Emisión CO2x Biomasa	8241,31		3287		13,716	838,886	

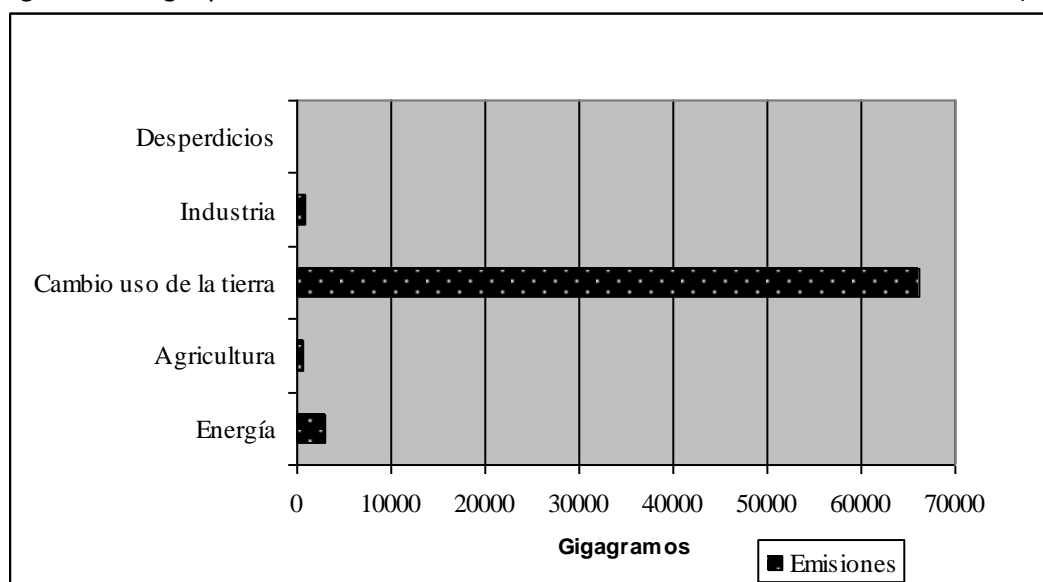
Fuente: Foresta SRL, 2000.

### Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2000

El Inventario de Gases de Efecto Invernadero año 2000, se encuentra en etapa preliminar, por lo cual los datos generados pueden estar sujetos a ajustes así como podrían existir nuevos datos atendiendo la gran cantidad de emisiones que no han sido estimadas. No obstante y a modo de comparación, las primeras informaciones arrojadas dan cuenta que el sector cambio de uso de la tierra/silvicultura sería el sector más contribuyente de gases de efecto invernadero llegando a representar 94% con respecto al total nacional de emisiones.

En tanto, el sector energético, con el 4,05% se encontraría como el segundo mayor aportante, siendo el sector agricultura el más deficiente en cuanto a los cálculos de emisiones realizados. La contribución de los demás sectores (Industria y Desperdicios), y conteste con la tendencia de los demás Inventarios, es ínfima. Sin embargo y como se mencionó, que el carácter preliminar de los datos podría generar cambios en las cifras y tendencias finales.

Figura 5. Paraguay. Emisión sectorial total de Gases de Efecto Invernadero Año 2000 (Gg)



Fuente: Elaboración propia a en base al Inventario Nacional 2000.

El análisis particular de los gases de efecto invernadero emitido por cada sector que forman parte del componente no energético se detalla a continuación:

#### Procesos industriales

Utilizándose el método simplificado o Método de Nivel 1 o Tier 1 debido a la escasa disponibilidad de datos se calcularon las emisiones provenientes de las fábricas de producción de cemento, cal, utilización de piedra caliza o dolomita, procesos de pavimentación asfáltica, fábrica de acero.

Se consideró asimismo, el proceso de producción de bebidas alcohólicas, panificación y elaboración de otros productos alimenticios que generan emisiones de CO<sub>2</sub>. No se tuvo en cuenta las emisiones de CO<sub>2</sub> que ocurren durante ciertas operaciones en la producción de alimentos y bebidas (según especificaciones del IPCC).

Cuadro 21. Paraguay. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector procesos industriales 2000 (Gg)

Descripción	GEIs						
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
Emisiones (Gg)	732.	0	0	0	0	14	0
Participación en el total nacional de emisiones (%)	1,05%	0	0	0	0	43,75%	0

Fuente: SEAM, 2009. Segunda Comunicación Nacional (Datos Preliminares)

#### *Sector Agrícola*

Los cálculos de este sector no recogen datos respecto a las emisiones provenientes de la quema prescrita de sabanas, quema en el campo de residuos agrícolas y las emisiones provenientes de los suelos agrícolas. Las emisiones calculadas hacen referencia al metano proveniente casi en la totalidad de la fermentación entérica del ganado y el óxido nitroso proveniente también de la actividad ganadera.

Cuadro 22. Paraguay. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector agrícola 2000 (Gg)

Descripción	GEIs						
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
Emisiones (Gg)	NE	520	25	0	0	0	0
Participación en el total nacional de emisiones (%)	NE	97	92	0	0	0	0

Fuente: SEAM, 2009. Segunda Comunicación Nacional (Datos Preliminares)

#### *Cambio de uso de la tierra/silvicultura*

No se consideraron las emisiones procedentes del abandono de tierras cultivadas. Tampoco se consideraron las emisiones de CO<sub>2</sub> (fuentes y sumideros) de los cambios en el carbono almacenado en los suelos y la cobertura muerta de los suelos minerales y las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de suelos orgánicos convertidos a la agricultura o plantaciones forestales.

Cuadro 23. Paraguay. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector cambio del uso de la tierra y silvicultura (CUTS) (Gg)

Descripción	GEIs						
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
Emisiones (Gg)	66.092	0	0	0	0	0	0
Participación en el total nacional de emisiones (%)	94,97	0	0	0	0	0	0

Fuente: SEAM, 2009. Segunda Comunicación Nacional (Datos Preliminares)

#### *Sector Desperdicios*

No se calcularon las emisiones procedentes de aguas residuales y de los efluentes y lodos industriales. Los cálculos corresponden a las emisiones de los desechos sólidos urbanos.

Cuadro 24. Paraguay. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector desperdicios

Descripción	GEIs						
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
Emisiones (Gg)	0	12	2	0	0	0	0
Participación en el total nacional de emisiones (%)	0	2,25	7,4	0	0	0	0

Fuente: SEAM, 2009. Segunda Comunicación Nacional (Datos Preliminares)

### Resultados Comparativos entre los Inventarios 1990, 1994 y 2000

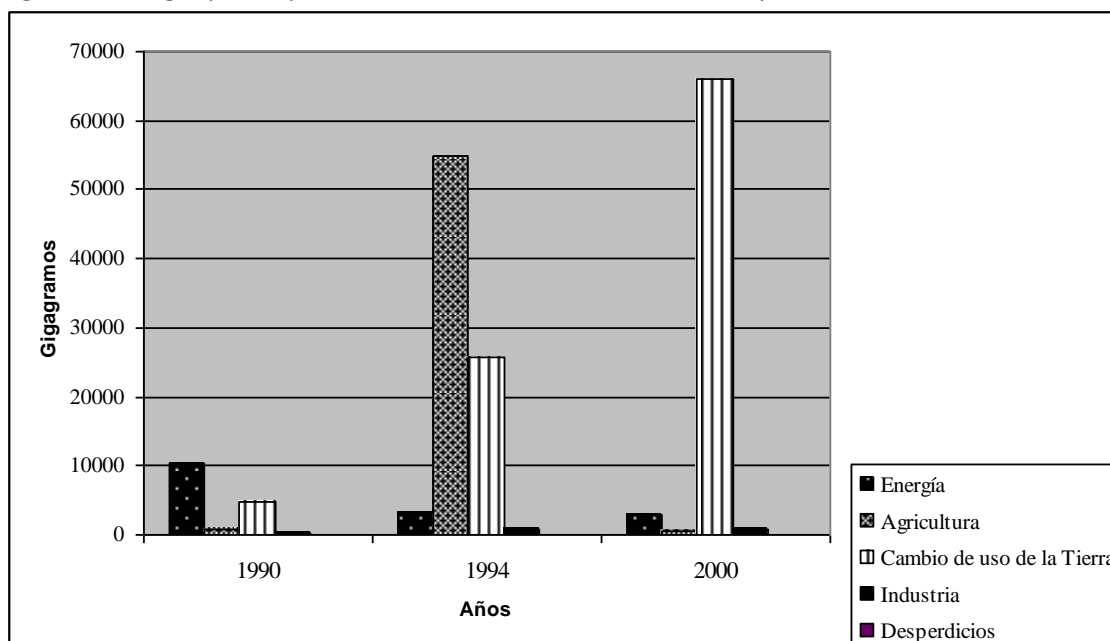
Atendiendo al Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Año Base 1990, el sector que más contribuyó en las emisiones totales fue el energético representando 63,63% seguido por el sector Cambio de Uso de la Tierra/Silvicultura con un 29,2% del total. En tanto, si de los gases se habla, el Dióxido de Carbono se encuentra en primer lugar llegando a 87,24% y el monóxido de carbono representó 6,75% del total emitido y el metano el 4,7%.

El Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Año Base 1994, presenta resultados diametralmente diferentes al de 1990, indicando que el sector Agricultura pasó a constituirse como el principal aportante de GEI, con respecto al total emitido, llegando a porcentajes que representan un 73,48; en tanto el sector Cambio de Uso de la tierra/Silvicultura se mantiene como el segundo mayor aportante de gases de efecto invernadero con porcentajes similares al primer inventario representando 22%. Finalmente el sector energético, de mayor contribuyente pasa a posicionarse en tercer lugar disminuyendo drásticamente su porcentaje en el total de las emisiones con un 3,64%.

Con respecto a los gases, se ha encontrado en mayor proporción el monóxido de carbono, con un 62,5% del total de gases emitidos en tanto el dióxido de carbono representó el 26,5% de las emisiones totales.

El Inventario de Gases de Efecto Invernadero de año Base 2000, presenta resultados llamativos, pues posiciona al Sector Cambio de Uso de la Tierra/Silvicultura como el mayor aportante de gases de efecto invernadero con respecto al total de las emisiones llegando a representando el 94% del total de emisiones, en tanto el sector energético se posiciona como segundo sector mayor aportante de gases de efecto invernadero con un 4,05% con respecto al total, y finalmente el sector Agricultura ha descendido a niveles muy bajos menos del tres por ciento con respecto a su contribución en el total de las emisiones.

Figura 6. Paraguay. Comparativo de Inventarios GEI 1990, 1994 y 2000



Fuente: Elaboración propia en base a los Inventarios Nacionales.

Con relación a los gases se tiene que las emisiones de Dióxido de carbono representan el 94,97% del total de gases emitidos.

El Cuadro 25 (a), (b) y (c) recoge las cantidades de emisiones de los principales gases de efecto invernadero que han sido medidos en los Inventarios de la República del Paraguay, para los sectores No energéticos.

Cuadro 25 (a). Paraguay. Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Año Base 1990 (Gg)

Sectores	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
Agricultura	NE	647,02	95,15	77,34	10,26	NE
Cambio uso de la Tierra/Silvicultura	3530,45	125,02	0,85	31,041		NE
Procesos Industriales	334,32	0,00	NE	0,00	0,07	5,19
Desperdicios	NE	3,256	0,238	NE	NE	

Fuente: SSERNMA/DOA-NNUU/UNITAR, 2001. Primera Comunicación Nacional

Cuadro 25 (b). Paraguay. Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Año Base 1994 (Kton)

Sectores	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
Agricultura	-	3016,43	235,33	6898,71	51816,85	-
Cambio uso de la Tierra/Silvicultura	17.812,3	73,19	0,50	18,18	640,40	-
Procesos	733,65	-	-	0,0044	0,082	1,82

Industriales						
Desperdicios	-	3,67	0,27	-	-	-

Fuente: SEAM, 2001. Primera Comunicación Nacional

Cuadro 25 (c). Paraguay. Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Año Base 2000 (Gg)

Sectores	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
Agricultura	NE	520	25	NE	NE	NE
Cambio uso de la Tierra/Silvicultura	66.092	NE	NE	NE	NE	NE
Procesos Industriales	721	NE	NE	29	NE	14
Desperdicios	-	12	2	NE	NE	NE

Fuente: SEAM, 2009. Segunda Comunicación Nacional (Datos Preliminares)

La comparabilidad entre inventarios resulta difícil puesto que los resultados se presentan erráticos y con mucha inconsistencia, cifras muy dispares entre uno y otro inventario. Las mayores inconsistencias, desde el segmento no energético se pueden observar en los sectores cambio de uso de la tierra/silvicultura para el gas Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y en el sector Agricultura, para el gas Monóxido de Carbono (CO), ver Cuadro 28, donde las cifras se presentan muy abultadas, suponiéndose algún error en la base de datos original; también en el sector Agricultura se presenta marcadas diferencias para el Metano (CH<sub>4</sub>).

Por lo demás, el cálculo de las emisiones para los otros gases no ha sido constante, No Estimándose (NE), principalmente en el último inventario (el de año base 2000) la gran mayoría de los gases.

#### Comparativo de Emisiones de principales Gases (CO<sub>2</sub>; CH<sub>4</sub> y CO), INGEI 1990, 1994 y 2000

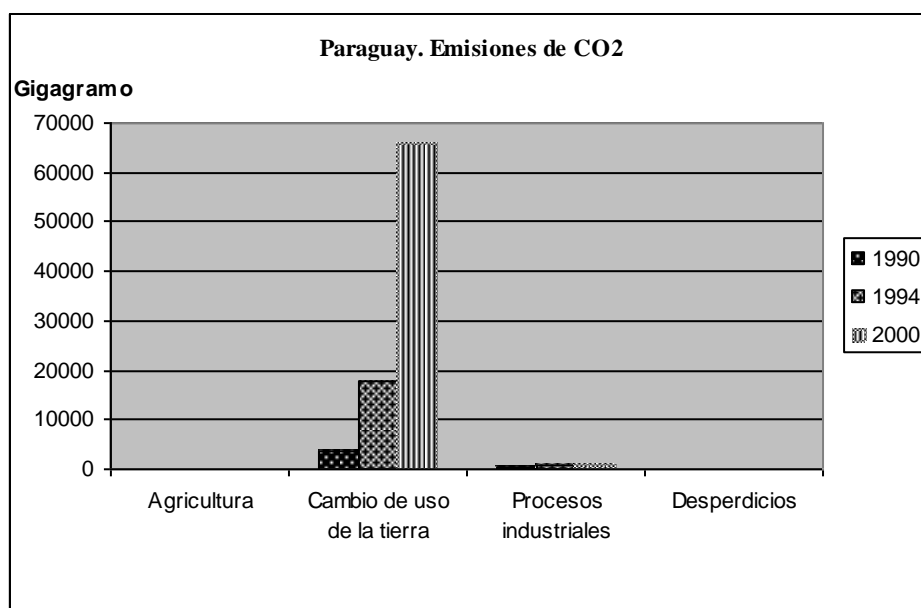
Cuadro 26. Paraguay. No Energético. Emisiones de CO<sub>2</sub>. Inventarios 1990, 1994, 2000

Sectores	CO <sub>2</sub> (Gg)		
	1990	1994	2000
Agricultura	NE	-	NE
Cambio de uso de la Tierra/silvicultura	3.530,45	17.812,3	66.092
Procesos industriales	334,32	733,65	721
Desperdicios	NE	-	-

Fuente: Elaboración propia en base a los Inventarios Nacionales

Figura 7. Paraguay. Emisiones de CO<sub>2</sub> (Inventarios 1990, 1994 y 2000)





Fuente: Elaboración propia en base a los Inventarios Nacionales

Cuadro 27. Paraguay. No Energético. Emisiones de CH<sub>4</sub>. Inventarios 1990, 1994, 2000

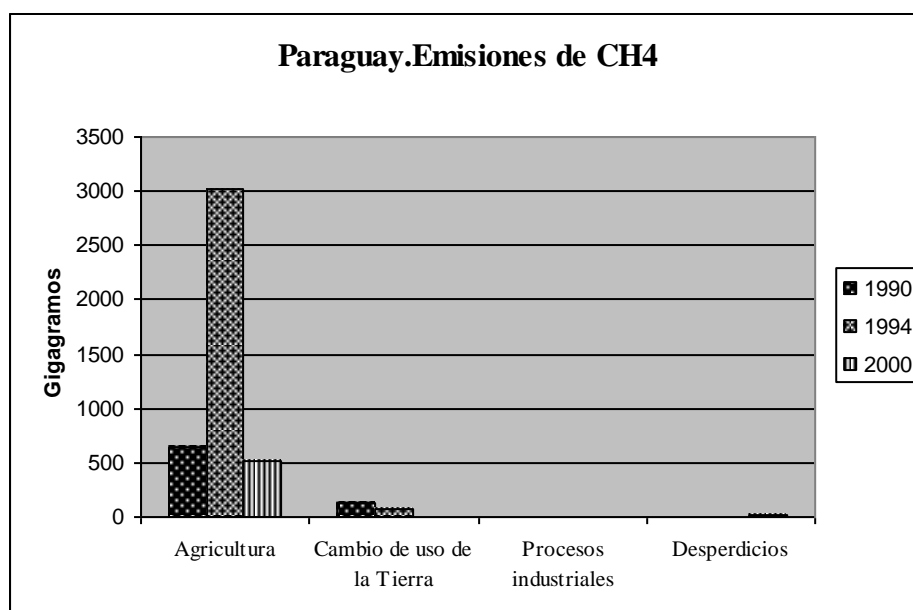
Sectores	CH <sub>4</sub> (Gg)		
	1990	1994	2000
Agricultura	647,02	3016,43	520
Ganadería <sup>1]</sup>	464,424	580,3	510*
Cambio de uso de la Tierra/silvicultura	125,02	73,19	NE
Procesos industriales	0,00	-	NE
Desperdicios	3,256	3,67	12

<sup>1]</sup> Cifra ya incluida en el sector Agricultura

\* Estimado. Cifra Disgregada no disponible

Fuente: Elaboración propia en base a los Inventarios Nacionales

Figura 8. Paraguay. No Energético. Emisiones de CH<sub>4</sub> (Inventarios 1990, 1994 y 2000)



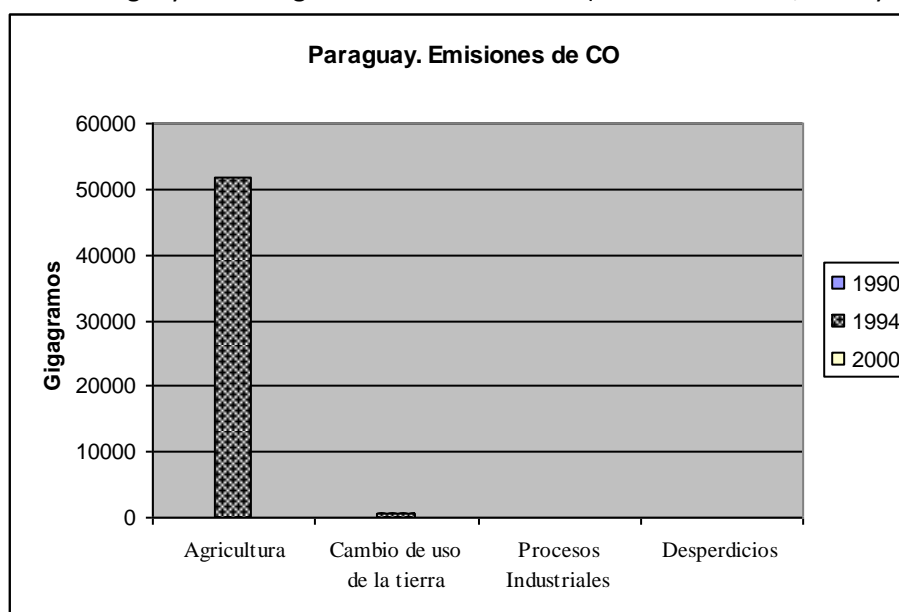
Fuente: Elaboración propia en base a los Inventarios Nacionales

Cuadro 28. Paraguay Emisiones de CO. Inventarios 1990, 1994, 2000

Sectores	CO (Gg)		
	1990	1994	2000
Agricultura	10,26	51816,85	NE
Cambio de uso de la Tierra/silvicultura		640,40	NE
Procesos industriales	0,07	0,082	NE
Desperdicios	NE	-	NE

Fuente: Elaboración propia en base a los Inventarios Nacionales

Figura 9. Paraguay. No Energético. Emisiones de CO (Inventarios 1990, 1994 y 2000)



Fuente: Elaboración propia en base a los Inventarios Nacionales

## Resumen de los Inventarios GEI para los subsectores No Energéticos

Analizando los gases de efecto invernadero recabados en los inventarios nacionales para los años 1990, 1994 y 2000 (preliminar) emitidos por los cuatro subsectores que integran el sector no energético (agricultura, cambio de uso de la tierra, industria y desperdicios) con relación al total general emitido por Paraguay, se tiene el siguiente comportamiento:

- La participación del subsector Agricultura en las emisiones totales ha sido baja, con excepción al año 1994, donde las cifras no se muestran consistentes con los dos inventarios, el anterior y el posterior, siendo los principales gases el Monóxido de Carbono, el Óxido de Nitrógeno y el metano provenientes de las actividades de quema prescrita de sabanas y de residuos en el campo y del sector ganadería (fermentación entérica del ganado), básicamente.
- Las emisiones del subsector cambio de uso de la tierra han tenido relevancia en el total general de emisiones del país, manteniéndose en primer y segundo lugar respectivamente, aún existiendo gran inconsistencia entre los valores entre uno y otro inventario. La participación principal de este subsector en las emisiones, principalmente en la contribución del Dióxido de carbono, es reconocida a nivel local atendiendo a la práctica forestal imperante con altas tasas de deforestación y bajo nivel de manejo en los bosques nativos.
- La participación del subsector industrial en las emisiones totales ha sido históricamente muy baja, inclusive con tendencias a la reducción. El Dióxido de carbono constituye el principal gas emitido en este sector teniendo como fuente principal la industria cementera y de producción de cal.
- Finalmente, el subsector desperdicios, el de menor peso con respecto al total de emisiones nacionales, con porcentajes prácticamente despreciables.

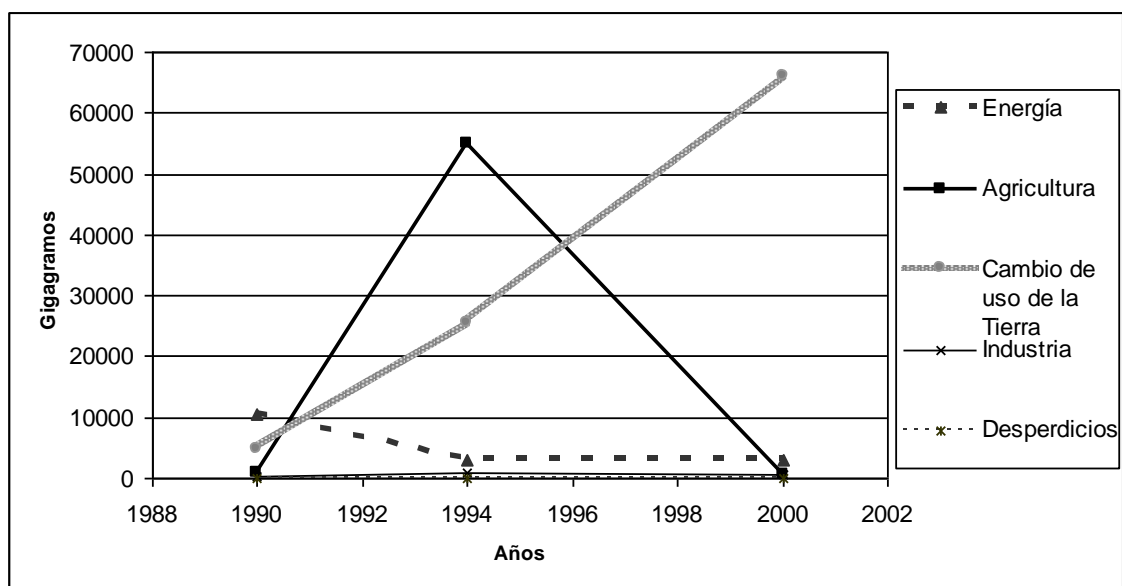
Cuadro 29. Paraguay. Emisión de subsectores respecto al total nacional (Gg)

Sectores	1990 (Gigagramos)	% (con relación al total nacional)	1994 (Gigagramos)	% (con relación al total nacional)	2000 (Gigagramos)	% (con relación al total nacional)
Energía	10.411,85	64,00	3.072,72	3,64	3061	4,05
Agricultura	824,77	5,04	54833	65,03	545	0,77
Cambio de uso de la Tierra	4.781,08	29,22	25.659,89	30,43	66.092	93,81
Industria	339,58	2,08	754,51	0,89	735	1,04
Desperdicios	3,48	0,02	3,94	0,00	14	0,01
<b>Total</b>	<b>16.360,76</b>		<b>84.324,06</b>		<b>70.447</b>	

Fuente: Elaboración propia en base a los Inventarios Nacionales

Las cifras de los inventarios, tanto intrasectores como inter años se presenta difícil de comparar no acompañando las tendencias socioeconómicas y sociales del país, siendo los datos erráticos, dispares y muy abultados en ocasiones (como puede verse en la Figura 10).

Figura 10. Paraguay. Comportamiento de las emisiones de GEI



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 30. Paraguay. Matriz comparativa de Emisiones de principales Gases de Efecto Invernadero. Sector No Energético 1990, 1994 y 2000 (Gg)

	CO <sub>2</sub>			CH <sub>4</sub>			N <sub>2</sub> O			NO <sub>x</sub>			CO		
	1990	1994	2000	1990	1994	2000	1990	1994	2000	1990	1994	2000	1990	1994	2000
Procesos Industriales	334,32	733,65	721	0,00	NE	NE	NE	NE	NE	0,00	0,004	29	0,07	0,082	NE
Agricultura	NE	NE	NE	647,02	3.016,43	520	95,15	235,33	25	77,34	6.898,71	NE	0,26	51.816,85	NE
Cambio de uso De la tierra	3.530,45	27.648,20	66.092	125,02	73,19	NE	0,85	0,5	NE	31,04	18,18	NE	NE	640,40	NE
Desperdicios	NE	NE	NE	3,256	3,67	12	0,238	0,27	2	NE	NE	NE	NE	NE	NE
<b>Totales</b>	<b>3864,72</b>	<b>31.449</b>	<b>69.591</b>	<b>775,29</b>	<b>3.093,34</b>	<b>532</b>	<b>96,23</b>	<b>236.73</b>	<b>27</b>	<b>108,38</b>	<b>6.919,57</b>	<b>29</b>	<b>0,33</b>	<b>52.458,62</b>	<b>NE</b>

NE: No estimado

Fuente: Elaboración propia en base a los Inventarios nacionales 1990,1994 y 2000

**Comparación, de las emisiones de Paraguay de los principales Gases de Efecto Invernadero, (Dióxido de Carbono, Metano y Óxido Nitroso), con las emisiones a nivel regional**

Las emisiones de CO<sub>2</sub> de Paraguay, provenientes del sector Cambio de uso de la tierra/silvicultura son las más significativas comparando con las emisiones de otros países tropicales de la región, y esto es comprensible pues el país ha enfrentado una de las mayores tasas de deforestación de América Latina, tendencia que sin embargo se redujo drásticamente (de un promedio de 100.000 has/año a 10.000 has/año) para la región Oriental debido a la prohibición de cambio de uso de la tierra.

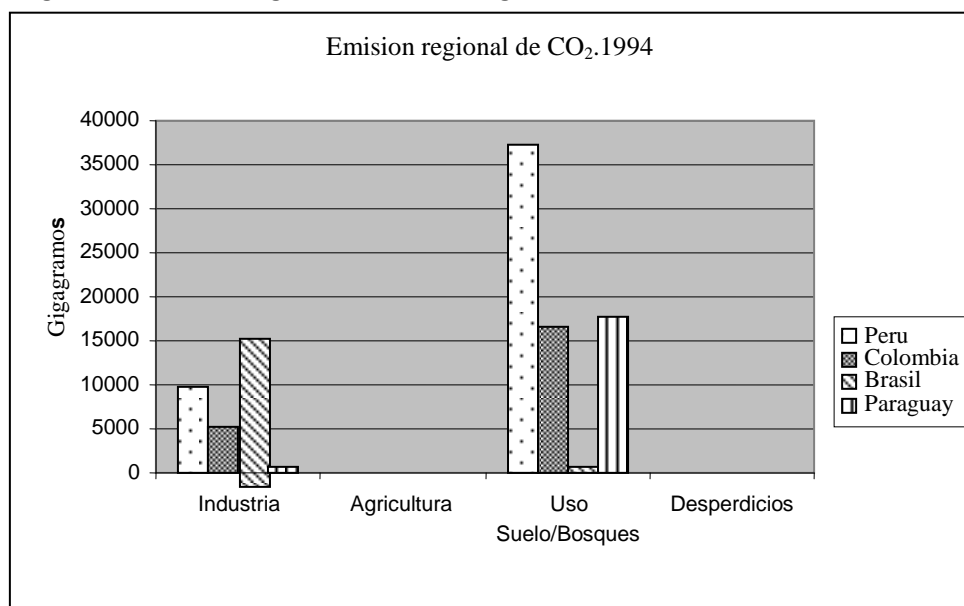
En tanto la emisión de CO<sub>2</sub> del sector industria de Paraguay es la más baja comparando con los demás países, y esto es debido a la característica poco intensiva del uso de tecnologías contaminantes así como la preeminencia de pequeñas y medianas industrias de tipo artesanal.

Cuadro 31. Emisión regional de CO<sub>2</sub> en (Gg). Año 1994

Sectores	Perú	Colombia	Brasil	Paraguay*
Industria	9886	5252,3	16870	733,65
Agricultura	0	-	-	-
Uso Suelo/Bosques	37196,8	16540	776,331	17812,3
Desperdicios	0	-	-	-

Fuente: ENDESA (2008)/\*SEAM, 2001.

Figura 11. Emisión regional de CO<sub>2</sub>. En Gg



Fuente: Elaboración propia en base a ENDESA (2008) y SEAM (2001).

Con relación a las emisiones de metano, la contribución de Paraguay se encuentra en un término medio con respecto a la región analizada, siendo el sector más contribuyente la ganadería bovina, que sin embargo es predominantemente extensiva.

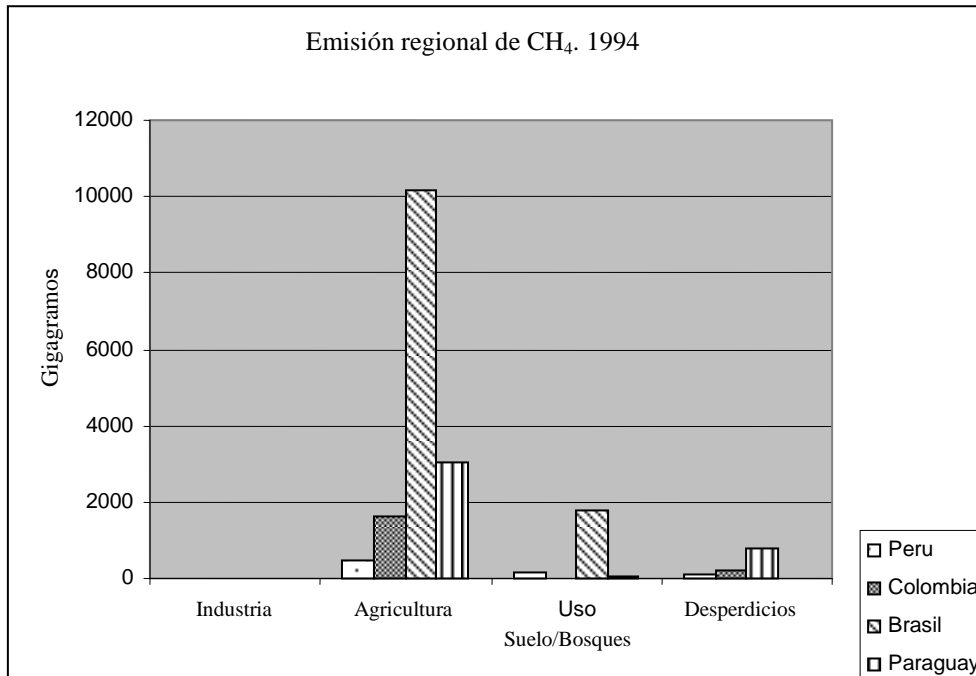
Cuadro 32. Emisión regional de CH<sub>4</sub> en (Gg). Año 1994

Sectores	Peru	Colombia	Brasil	Paraguay*
Industria	0,62	0,4	3	-

Agricultura	471,46	1634,3	10161	3016,43
Uso Suelo/Bosques	173,8	4,2	1801	73,19
Desperdicios	112,58	193,4	803	3,67

Fuente: ENDESA (2008)/\*SEAM,2001.

Figura 12. Emisión regional de Metano (CH<sub>4</sub>). En Gg.



Fuente: Elaboración propia en base a ENDESA (2008) y SEAM (2001).

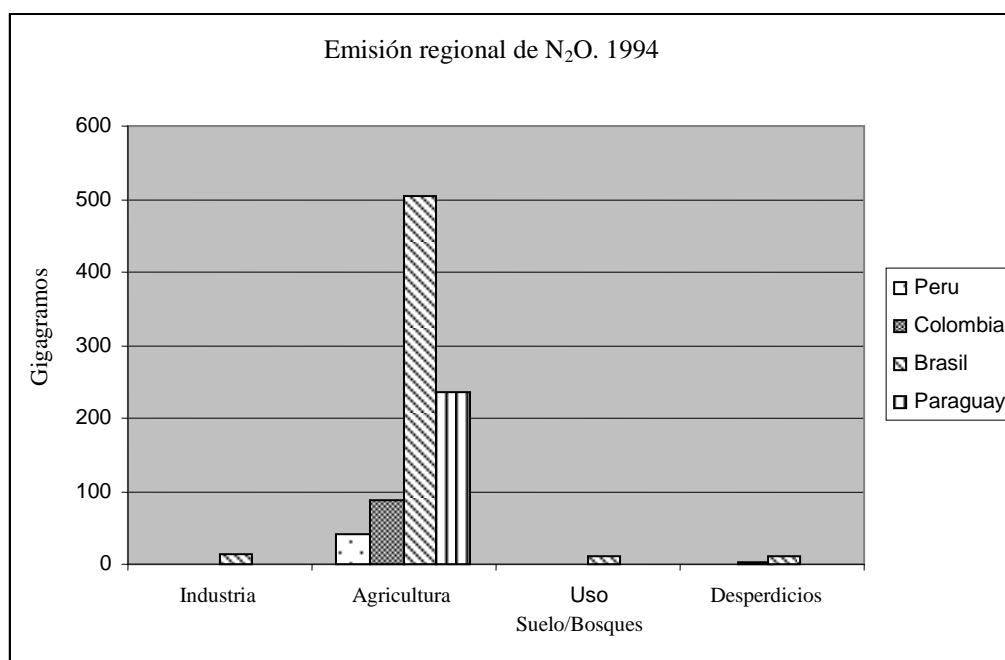
Las emisiones de N<sub>2</sub>O son también medias comparando con la región y provenientes básicamente del uso de fertilizantes y del pastoreo animal en el campo.

Cuadro 33. Emisión regional de N<sub>2</sub>O en (Gg). Año 1994

Sectores	Peru	Colombia	Brasil	Paraguay*
Industria	0	0,3	14	-
Agricultura	41,64	87,5	503	235,33
Uso Suelo/Bosques	1,2	0,03	12	0,50
Desperdicios	1,2	2	12	0,27

Fuente: ENDESA (2008)/\*SEAM,2001.

Figura 13. Emisión regional de Oxido Nitroso (N<sub>2</sub>O). En Gg



Fuente: Elaboración propia en base a ENDESA (2008) y SEAM (2001).

### Impactos del Cambio Climático en el sector No Energético

Los impactos del cambio climático, traducidos en variaciones de temperatura, principalmente aumento y en variaciones de precipitación dependiendo de los distintos escenarios, impactan de manera menor a los sectores seleccionados para el análisis No Energético cuales fueron: cambio de uso del suelo y desperdicios.

El sector que podría verse afectado en mayor medida es el forestal desde la perspectiva del impacto que las variaciones de las temperaturas medias y la precipitación puedan tener en incrementar el factor de riesgo para la ocurrencia de los incendios forestales. La vulnerabilidad de los ecosistemas boscosos a los incendios se vería incrementada cuando coinciden, como eventos extremos, temperaturas medias superiores a la normal con precipitaciones medias inferiores a la normal en época invernal, es decir en periodo que se extiende de mayo a agosto inclusive.

Los años de coincidencia de estos dos factores como eventos extremos no son muchos pudiendo visualizarse en el cuadro 34 la ocurrencia para ambos escenarios el A2 y B2.



Cuadro 34. Paraguay. Años de coincidencia de eventos extremos en periodo invernal

Región	ESCENARIOS			
	A2		B2	
	Precipitación Baja/ Temperatura Alta		Precipitación Baja	Temperatura Alta
R. Occidental	2063	2063	2071	2071
			2078	2078
R. Oriental	2083	2083	2090	2090
	2093	2093	2100	2100

Fuente: Elaborado a partir de Datos de Pasten, M (2009). Sectorial Eventos Extremos.

A la vulnerabilidad del ecosistema forestal, en la generalidad de los casos, se adiciona la acción antrópica que actúa como catalizador en la generación de los incendios forestales. Por ello, como medida de reducción de riesgos se debe trabajar aspectos de prevención traducidos en campañas de educación y concienciación de la población de las implicancias que una acción cotidiana podría tener sobre la biomasa seca. El trabajo de prevención debe estar enfocado también hacia el sector de la ganadería donde la práctica de quema de pastizales para la generación de nuevos brotes es muy difundida, traspasando en ocasiones a formaciones boscosas aledañas. Las sanciones por incumplimiento de las normativas que estipulan las buenas prácticas en la quema de pastizales deben ser ejemplares.

Del mismo modo y considerando que la quema se vuelve recurrente año tras año, se deben considerar mecanismos para el establecimiento de un Fondo para Incendios o la creación de un Seguro Agropecuario abonado por los medianos y grandes productores agropecuarios que sea destinado para un Fondo de contención de emergencias Ambientales.

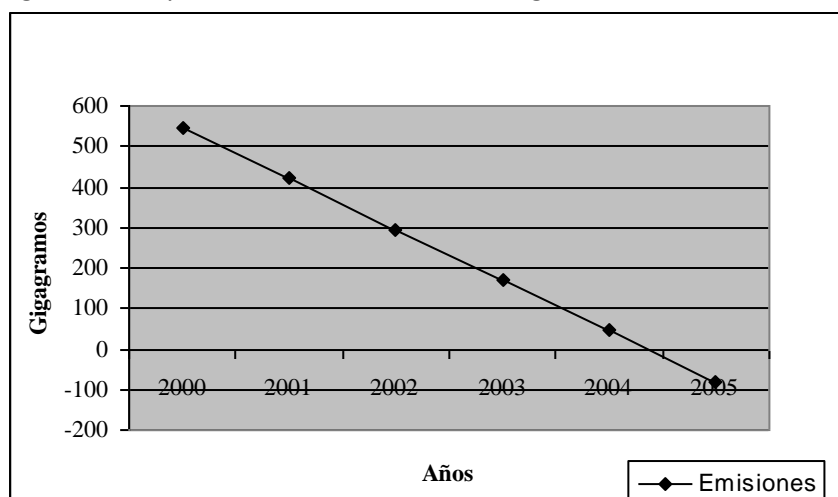
## II- ANÁLISIS TENDENCIAL

### a- Del Inventario de Gases de Efecto Invernadero-Sector No Energético

Al momento de hallar una tasa de crecimiento para determinar el escenario tendencial esperado para los subsectores no energéticos, los datos poco congruentes proporcionados por los Inventarios constituyeron una dificultad, sin embargo se realiza el ejercicio de proyección de la evolución esperada teniendo en cuenta las tasas de crecimiento esperadas.

Comparando los inventarios 1990 como año inicial y 2000 como año final, las emisiones del subsector Agricultura se presentan decrecientes a una tasa equivalente a 23% en el periodo de diez años. Bajo estas condiciones las emisiones del sector debieron disminuir a valores equivalentes a 44,52 Gigagramos ya en el año 2004 para presentar valores negativos en años sucesivos.

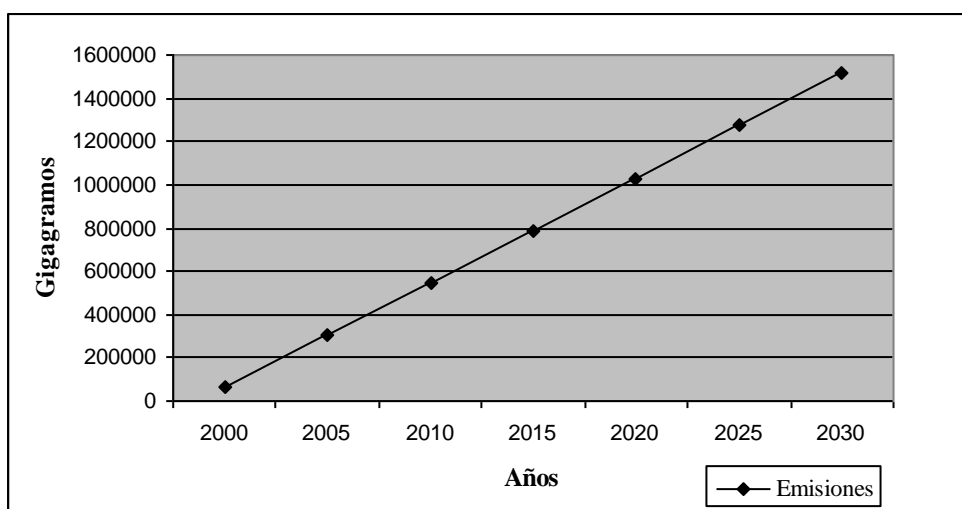
Figura 14. Proyección Emisiones Subsector Agricultura



Fuente: Elaboración propia

En tanto, el subsector Cambio de uso de la tierra, para el mismo periodo de tiempo manifiesta elevada tasa de emisiones equivalente a 73%, por lo cual se espera que de 66.092 Gigagramos de emisiones de GEI en el año 2000, pase a emitir alrededor del 1,5 millones de Gigagramos de GEI en el año 2030. Como se mencionó, si bien este sector es el más contribuyente en cuanto a las emisiones, estas cifras adolecerían de falencias pues se presentan muy dispares y abultadas por lo que la proyección aquí realizada es a sólo efecto de visualizar la situación presentada con los datos originales.

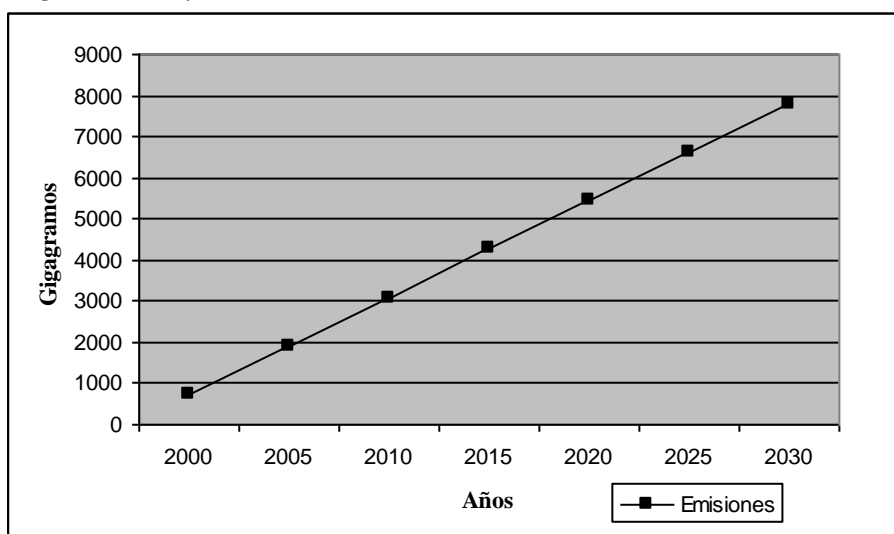
Figura 14a. Proyección del Subsector Cambio de uso de la tierra



Fuente: Elaboracion propia

El escenario tendencial para las emisiones del subsector Industria, con tasas de crecimiento en las emisiones equivalente a 32% durante el mismo periodo, permite esperar que de 735 Gigagramos emitidos en el año base, pase a emitir alrededor de 7.700 Gigagramos en el año 2030.

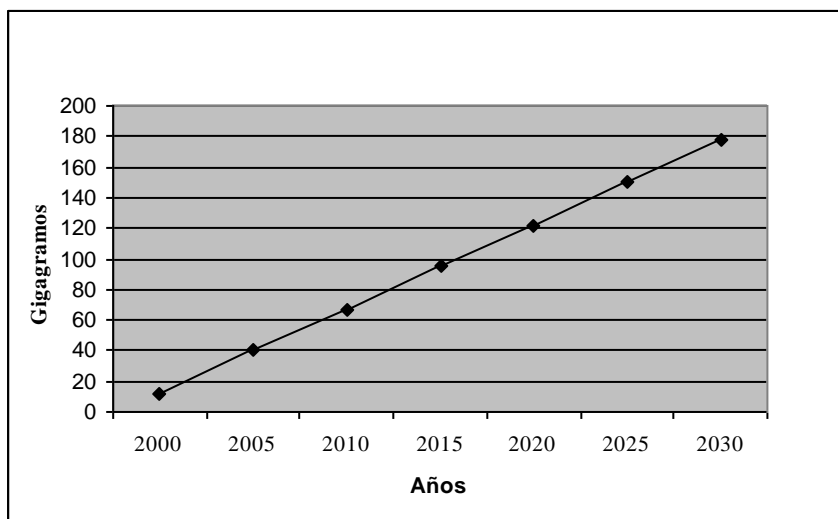
Figura 15. Proyección de las Emisiones Subsector Industria



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el subsector desperdicios, el de menor contribución al total nacional de emisiones de gases de efecto invernadero, pero con una tasa de emisión de gases alta equivalente al 46%, siempre comparando el periodo 1990 y 2000, se espera que de 12 Gigagramos de emisiones en el año 2000, pase a emitir 178 Gigagramos en el año 2030.

Figura 16. Proyección de las emisiones Subsector desperdicios



Fuente: Elaboración propia

### Emisión de CO<sub>2</sub> per cápita

La emisión per. cápita de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se calculó tomando como Base el Inventario del Año 1994, considerado de mayor robustez y la población estimada para el mismo año. El cálculo arrojó que la emisión per. capita de Dióxido de Carbono de Paraguay sería equivalente a 6.3 toneladas. Esta emisión per. capita representa una cifra superior a las registradas en países más carbono intensivos como China e India cuyas emisiones orillan 4 toneladas per. capita respectivamente; así mismo esta cifra por ejemplo es superior a Chile (3,7 toneladas/per. capita), país con mayores niveles de industrialización que Paraguay.

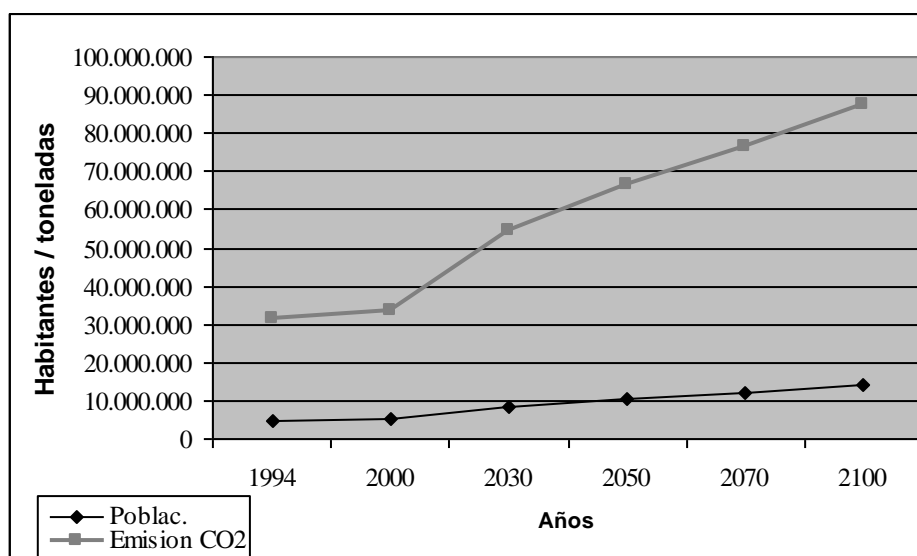
Este nivel de emisión per. capita haría que en el año 2100, las emisiones totales de Paraguay, con una población esperada de aproximadamente 14 millones de habitantes, represente aproximadamente 87 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

A la luz del conocimiento de la realidad económica paraguaya, basada en el sector primario, poco intensivo en tecnologías contaminantes, el resultado de la emisión per cápita distaría asimétricamente de la realidad, por lo tanto utilizar esta cifra para ejercicios de proyecciones no se considera oportuno, más aún podría significar una distorsión al momento de diseñar políticas públicas.

Cuadro 35. Proyección de las emisiones de CO<sub>2</sub>

Año	Población	Emisiones de CO <sub>2</sub> (tn)
1994	4.957.000	31.449.930
2000	5.346.267	33.681.482
2031	8.642.124	54.445.383
2050	10.559.709	66.526.164
2070	12.168.543	76.661.821
2100	13.889.787	87.505.656

Figura 17. Paraguay. Crecimiento poblacional versus emisiones de CO<sub>2</sub>



Fuente: Elaboración propia

#### **b- De los Sectores Considerados por Paraguay. Cambio de Uso de la Tierra y Desperdicios**

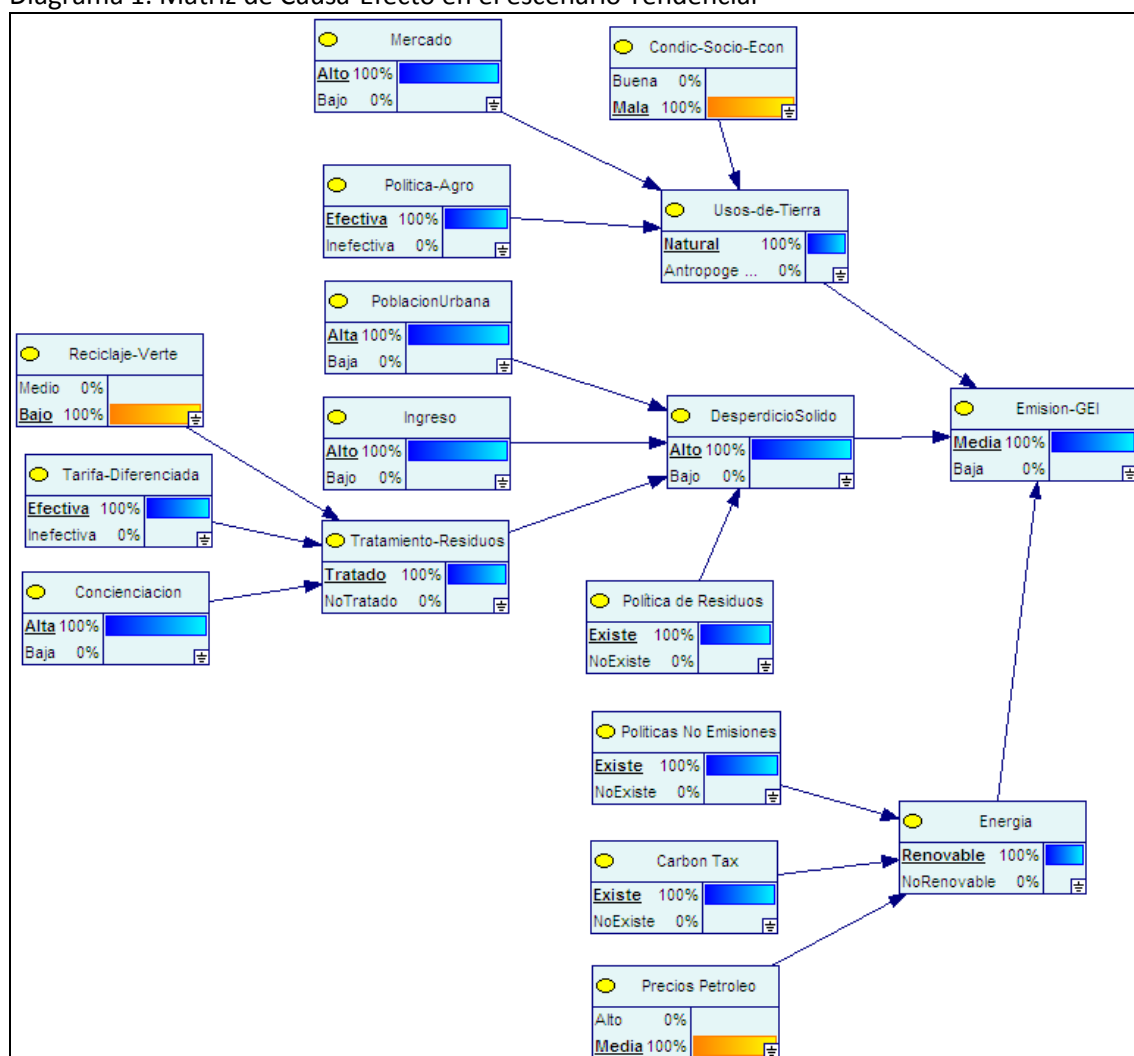
El escenario tendencial es visto como la prolongación o el comportamiento futuro de la actividad de los sectores seleccionados por Paraguay, es decir cambio de uso de la tierra y desperdicios, atendiendo que las condiciones actuales intrínsecas de los mismos, como las tasas de generación y/o deforestación así como las variables externas como la socio demográfica especialmente crecimiento poblacional, y las condiciones económicas, es decir nivel de ingreso, así como la alta dependencia de la economía del sector primario y la presión del mercado exterior sobre los productos agropecuarios, se mantengan sin cambios.

En este sentido y como puede verse en el Diagrama de Causa-Efecto, las fuerzas o factores que presionan sobre los sectores seleccionados y que se asume se mantendrán constante son: (1) sobre el sector cambio de uso de la tierra ejercen presión, de manera significativa, los mercados en este caso, el internacional de commodities, que presiona con alto precio de oportunidad de las tierras por lo cual los campesinos no arraigados en sus lugares de residencia, venden sus inmuebles (con cobertura boscosa) que son transformados a otros usos. La otra fuerza que presiona sobre la cobertura boscosa y el cambio de uso de la tierra es la condición socioeconómica, principalmente elevados índices de pobreza de la población campesina sin fuertes alternativas de ingresos y sin condiciones básicas en los servicios sociales, obligando esta situación a la venta de tierras y la migración buscando mejores condiciones de vida; también como una fuerza negativa se ha considerado las políticas agropecuarias inadecuadas que no han logrado el arraigo de los grupos campesinos así como el mejoramiento en los niveles de vida, siendo los bosques las primeras y más seguras fuentes de ingreso. Si están condiciones se mantienen, se asume que la tendencia a la deforestación continuaran con tasas registradas en la actualidad.

(2) sobre el sector desperdicios, las fuerzas que actúan en sentido contrario a la disminución de la tasa de generación y en consecuencia de emisiones de gases GEI, son la tasa de crecimiento poblacional, el nivel de ingreso, y la política de residuos centrada básicamente en la política de tratamiento tanto en origen como en los vertederos. Paraguay presenta una de las mayores tasas de generación de residuos sólidos per capita, y no dispone de una política nacional para el tratamiento de los mismos. De mantenerse esta situación se esperaría que las tasas de generación se incrementen, sin embargo no de manera significativa atendiendo a las

actuales condiciones del ingreso, que también se asume se mantendrá, que es uno de los más bajos de la región.

Diagrama 1. Matriz de Causa-Efecto en el escenario Tendencial



Fuente: Elaboración propia

Las proyecciones del escenario de línea base utilizando serie de tiempo no ha sido posible por carecer de datos, disponiéndose de observaciones puntuales y correspondientes a un solo año o a pocos años no sistemáticos. También se asumió que la actual estructura institucional ambiental débil así como la puja en el ámbito ambiental, agrícola y forestal se mantendría.

El escenario tendencial realiza proyecciones en un horizonte de tiempo de la evolución esperada de los sectores, así como las emisiones de CO<sub>2</sub> que se espera se generen bajo la tendencia esperada. Con relación a las emisiones, y para el caso de la deforestación y atendiendo a las inconsistencias del inventario nacional de gases de efecto invernadero, no se ha utilizado la tasa de crecimiento proveniente de estos datos para el caso del CO<sub>2</sub>, realizándose el cálculo para un año base utilizando cifras mencionadas en las literaturas.

Se detalla la metodología empleada para cada sector de análisis:

### Emisiones de gases de efecto invernadero - para el sector Forestal

Como ya se mencionó, los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero no presentan información que resulte fiable para realizar proyecciones de las emisiones, principalmente, de Dióxido de carbono, gas aportante en mayor medida en el interior de esta actividad. Los cálculos de las emisiones per. capita de CO<sub>2</sub> también se ven dificultados. El recalcular de las emisiones para un año base del sector cambio de uso de la tierra se torna difícil en el marco del proyecto pues los datos primarios se hallan dispersos y el acceso a los mismos demandaría mayor tiempo del disponible.

Para el cálculo de las emisiones de año base se utilizaron datos secundarios encontrados en las literaturas respecto a la cantidad almacenada de carbono por hectárea. Kanninen (2000) menciona que los bosques nativos tropicales almacenan, cuando llegan a la madurez, en promedio 115 toneladas de Carbono por hectárea. También la literatura da cuenta que cuando llegan a la edad adulta, los bosques liberan casi tanto carbono como el que retiene cada año (FAO, s/f<sup>5</sup>) por lo cual se asumió que la cantidad de carbono retenido es liberado en su totalidad con la tala de los bosques.

En tanto, cuando se analiza la cobertura boscosa del país, la divergencia también es significativa, dependiendo quizás de la escala del análisis o del enfoque de los estudios. Para este análisis en particular, se tomó el año 2002 como año base, recurriéndose a fuentes distintas para recabar las coberturas de bosques de la región Oriental y Occidental. Así la superficie boscosa de la región Oriental ascendería según la Encuesta Agropecuaria por muestreo 2001/2002 relevada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería-Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarios (2003) a 1.837.718 hectáreas; mientras que para la región Occidental se consideró lo mencionado por SEAM/PNUD/GEF (2007) donde la cobertura boscosa representa el 65% de la superficie de la región, lo que en hectáreas representa 16.050.125.

Para el cálculo de la cantidad de hectáreas deforestadas, se usó la tasa de deforestación anual país mencionado por la FAO (2001) equivalente a 0,5%. Si bien esta tasa correspondería al año 2000, se utilizó a falta de otros datos y por considerarse bastante cercano al año tomando como base. El Cuadro 36 resume la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida por deforestación para el año base 2002.

Cuadro 36. Paraguay. Toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas por deforestación

Año	Cobertura Boscosa (has)	Cantidad Deforestada (has/año)	Ton de Carbono/ha	Toneladas de CO <sub>2</sub> emitidas
2002	17.887.843	89.439	10.285.485	<b>37.644.875</b>

Fuente: Elaboración propia

### *Tendencia de la cobertura boscosa. Región Occidental*

La gestión del recurso forestal se manifiesta de manera diferenciada para la región Oriental y Occidental del país, por lo que se requiere hacer un análisis por separado de la tendencia en la cobertura boscosa.

<sup>5</sup> XI Congreso Forestal Mundial. 13 al 22 de Octubre 1997. Antalya, Turquía. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/publi/V4/T24S/1-4.HTM>

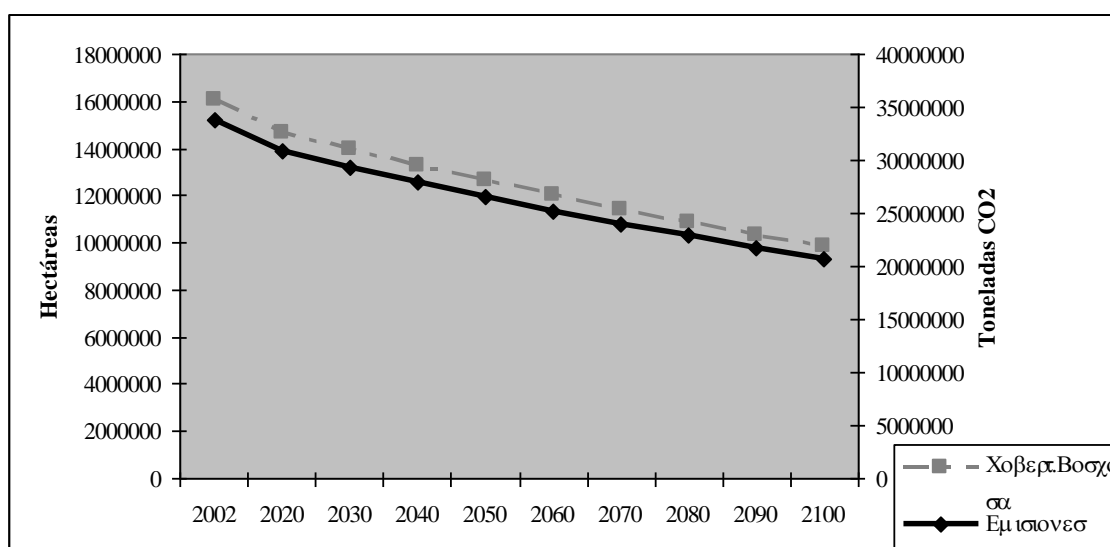
La región Occidental ha sido objeto de menor estudio y relevamiento de datos no disponiéndose de una tasa histórica de deforestación que permita realizar proyecciones en un escenario base. Sin embargo y a modo de ejercicio si se consideran los escenarios posibles:

#### Escenario 1

La tasa de deforestación del 0,5% se mantendrá y no se introducen medidas restrictivas sobre la explotación. Bajo estos supuestos la cobertura boscosa se reduciría en prácticamente 70% al 2100 pasando de 16.050.125 de hectáreas existentes en el año 2002 a 9.820.652 hectáreas (esto considerando que la cobertura boscosa en el año 2002 representó el 65% de la superficie de la región Occidental según SEAM/PNUD/GEF, 2007)

Bajo este escenario las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas ascenderían a 20.667.563 toneladas. La Figura 18 muestra la tendencia de la cobertura boscosa y las emisiones al 2100.

Figura18. Región Occidental. Tendencia de la Cobertura boscosa y emisiones de CO<sub>2</sub>



Fuente: Elaboración propia

#### Escenario 2

Se asume el cumplimiento efectivo de las normativas, especialmente la Ley 422 del año 1973 donde se estipula la permanencia del 25% de la cobertura boscosa original en propiedades mayores a veinte hectáreas y la Ley 294/03 "De Evaluación de Impacto Ambiental". Bajo este supuesto, la superficie de bosques que deberá permanecer orillaría las 4 millones de hectáreas. Como se observa, la ley se vuelve muy permisiva, destinándose un elevado porcentaje al cambio de uso de la tierra, siendo una fuente importante de emisión de CO<sub>2</sub>, en un periodo de tiempo difícil de estimar.

#### Escenario 3

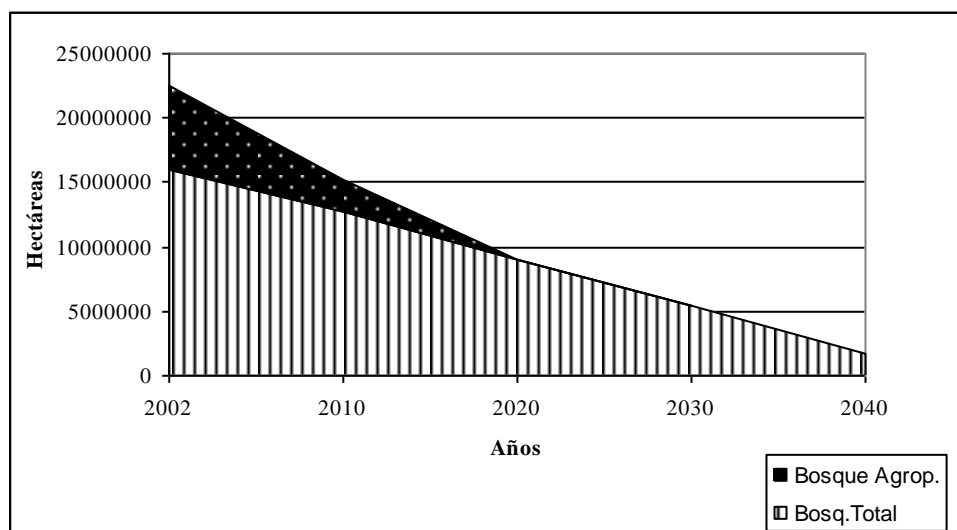
Bajo el escenario más pesimista, se asume el deficiente cumplimiento de las normativas, la falta de incentivos, la permanencia de las condiciones socioeconómicas adversas (altos índices de pobreza de la población rural y baja oportunidad laboral) y la fuerte demanda del mercado



de tierras para destinarlas a actividades más rentables que los bosques. Aquí la tasa de deforestación podría llegar a niveles muy elevados, equiparables a los experimentados en la región Oriental, promediando las 365.000 hectáreas/ año, ocasionando la pérdida de la cobertura boscosa chaqueña en poco más de 30 años.

Por otro lado, si se considera la superficie existente de bosque bajo explotación agropecuaria, es decir la superficie relevada por el Censo Agropecuario Nacional 2008, ésta representa 6 millones de hectáreas, y bajo las mismas condiciones de explotación dadas en la región Oriental es decir deficiente cumplimiento de normativas haciendo que la tasa de deforestación llegue a picos extremos (365.000 has/año), la cobertura chaqueña de bosques prácticamente podría desaparecer en 18 años. Figura19.

Figura 19. Paraguay. Región Occidental. Desaparición de cobertura boscosa (has)

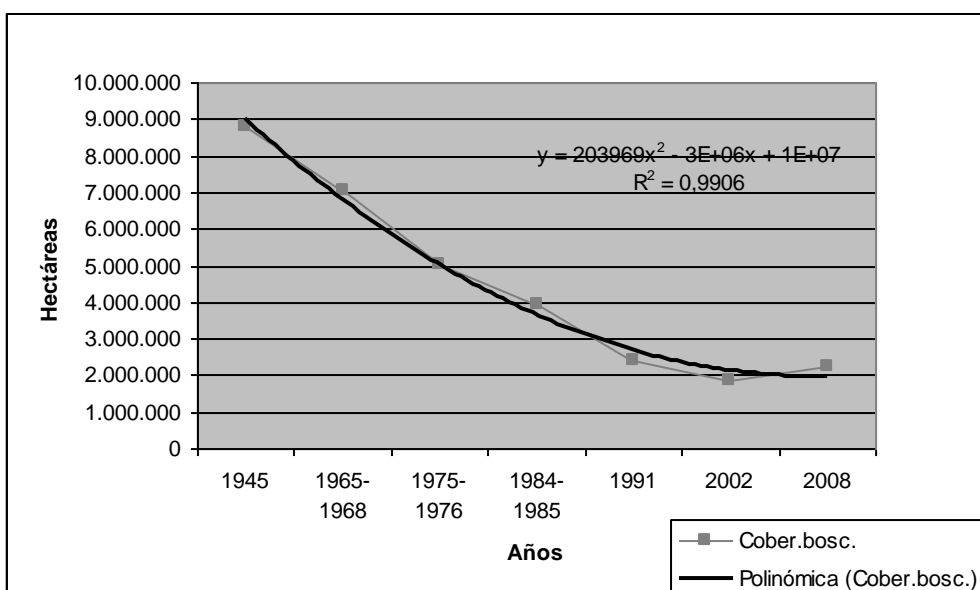


Fuente: Elaboración propia

### Región Oriental

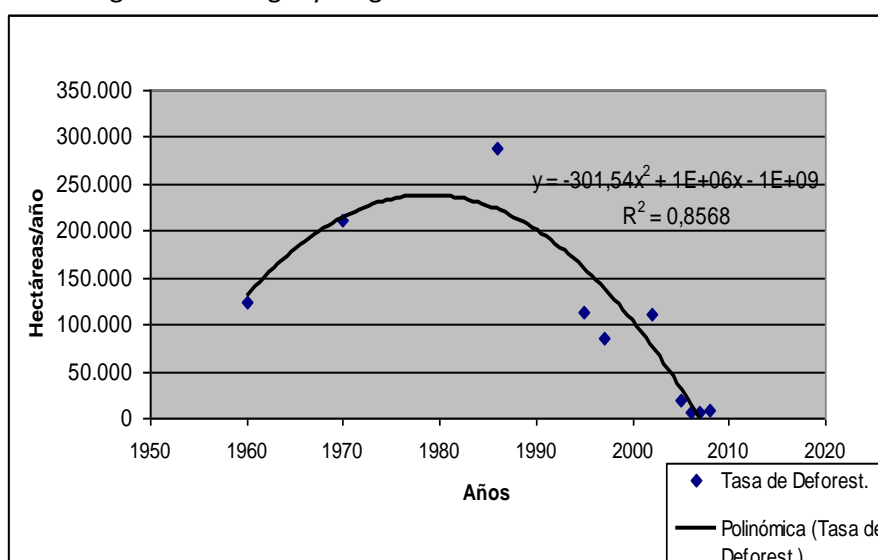
Esta región ha experimentado fuertes procesos de deforestación especialmente a partir de la década del 70. Las figuras 20 y 21 muestran las drásticas reducciones de la cobertura boscosa, así como las tasas de deforestación. Sin embargo el país logra revertir de manera importante este proceso de deforestación a partir de la promulgación de la Ley 2524 en el año 2004 “De Prohibición en la región Oriental de las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques” y sus prórrogas, vigente hasta el año 2013.

Figura 20. Paraguay. Región Oriental. Cobertura Boscosa



Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Paraguay. Región Oriental. Tasa de Deforestación.



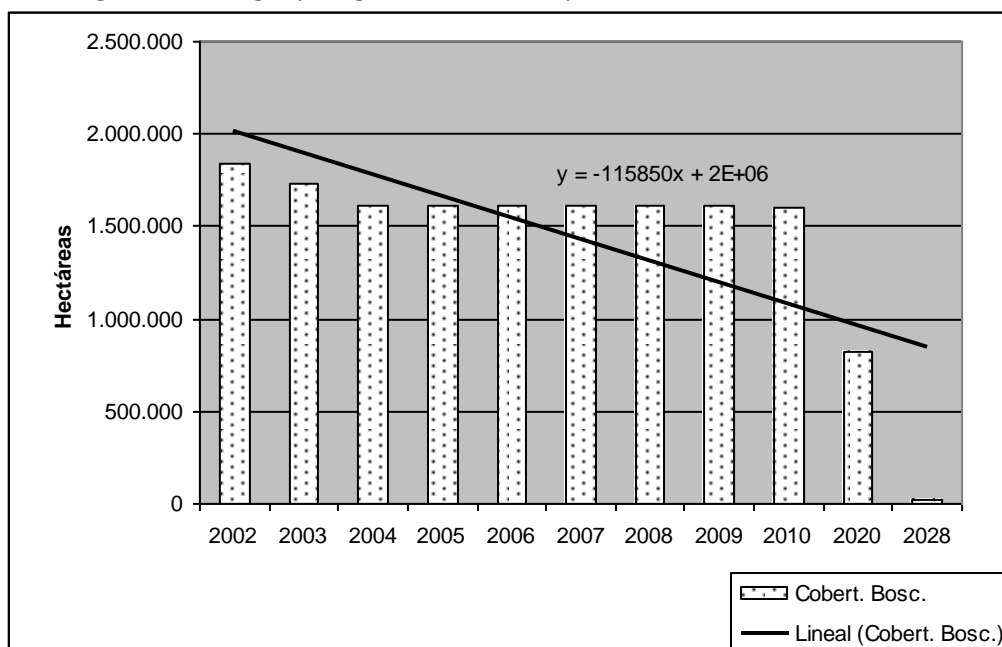
Fuente: Elaboración propia

Para el Escenario Tendencial de los Bosques nativos de la región Oriental de Paraguay se plantean la siguiente condición:

Hasta el 2013 fecha en que rige la prohibición de cambio de uso de la tierra para la Región Oriental del país (Ley 2524/04 y sus prórrogas), se asume que la tasa de deforestación promedio registrada durante la vigencia de los primeros cuatro años y medio de la normativa persista, esto es 10.375 hectáreas/año. Con posterioridad, y de no adoptarse políticas e incentivos tanto económicos como no económicos, así como el monitoreo al estricto cumplimiento de las normativas y el castigo a los infractores de las leyes, la tasa de deforestación podría volver a niveles promedios de 100.000 hectáreas por año vigentes antes de la implementación de la prohibición de cambio de uso de la tierra. Bajo este escenario, los bosques nativos de la región Oriental podrían desaparecer en menos de treinta años. Figura 22

La pérdida de la cobertura boscosa ha llegado a límites alarmantes en Paraguay, especialmente en la región Oriental y durante estos últimos años esta tendencia comienza a verificarse en la región Occidental. Postergaciones en la ejecución de medidas efectivas de gestión racional en el uso del recurso forestal podría dejar al país sin bosques con las consabidas consecuencias que esto traería tanto para la vida animal, la vida humana y el equilibrio del ecosistema.

Figura 22. Paraguay. Región Oriental. Proyección de la Cobertura Boscosa

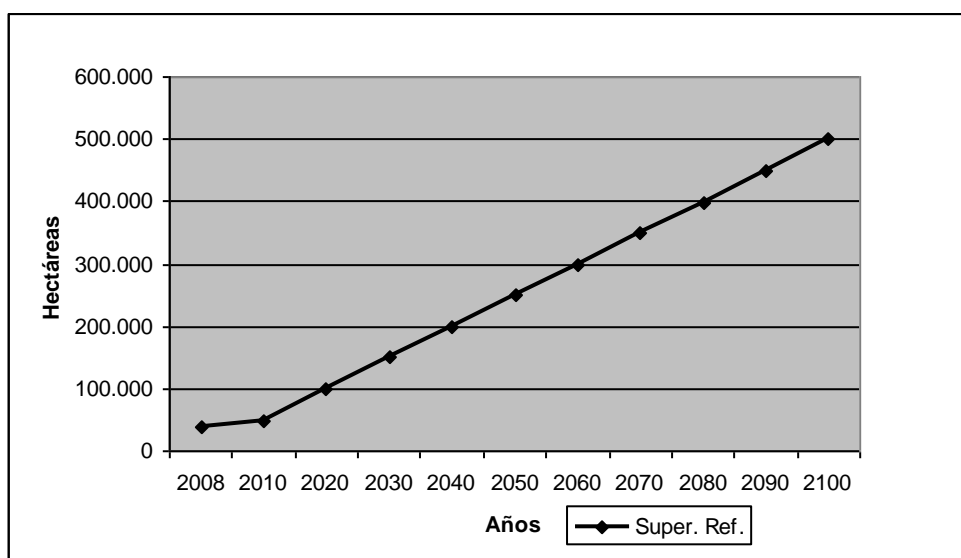


Fuente: Elaboración propia

#### *Plantaciones Forestales-Reforestación*

La cantidad promedio reforestada en Paraguay durante los últimos 15 años, desde la vigencia de la Ley de Incentivos forestales (Ley 536/95) ha sido baja, representando 5.000 hectáreas por año. Si esta tendencia se mantiene se espera que para el año 2100 se llegue a reforestar aproximadamente unas 500.000 hectáreas, lo cual resulta una cantidad muy baja en comparación con la superficie deforestada que no permite lograr un equilibrio de ecosistema ni recomponer el paisaje y el hábitat de las especies. El avance poco efectivo del proceso de reforestación se debió, en gran medida, a la dificultad del cumplimiento de la citada normativa, debido básicamente a la no disponibilidad de fondos para el pago de los subsidios estipulados en la misma.

Figura 23. Paraguay. Proyección de la superficie reforestada



Fuente: Elaboración propia

### Sector Desperdicios

Para el cálculo de las proyecciones de la generación de residuos sólidos urbanos se utilizó la variable demográfica crecimiento poblacional y la tasa de generación de residuos sólidos urbanos, año 2000.

La tasa de generación de residuos sólidos urbanos fue ajustada en un 5,5% cada 10 años debido a que este porcentaje representa el incremento experimentado desde el año 1990 al 2000 donde de 0,980 Kg de residuos sólidos per. capita se pasó a generar 1,034 Kg per capita.

Si bien es sabido que la generación de residuos sólidos se halla también relacionada a variables económicas principalmente el ingreso, o el PIB, este análisis no realiza una correlación entre estas variables y la generación de residuos, pues la disponibilidad de datos a nivel país tales como PIB urbano y rural, generación de residuos diferenciados según estrato social (alto, medio y bajo), no se disponen.

La situación tendencial del sector desperdicios queda definida de la siguiente manera:

$$GRSU = \int (trsu * tcp)$$

Donde,

**GRSU** Generación de residuos sólidos urbanos

**trsu** tasa de generación de residuos sólidos urbanos ajustada en 5.5% cada 10 años;

**tcp** tasa de crecimiento población, inicial de 2.5% luego en decrecimiento

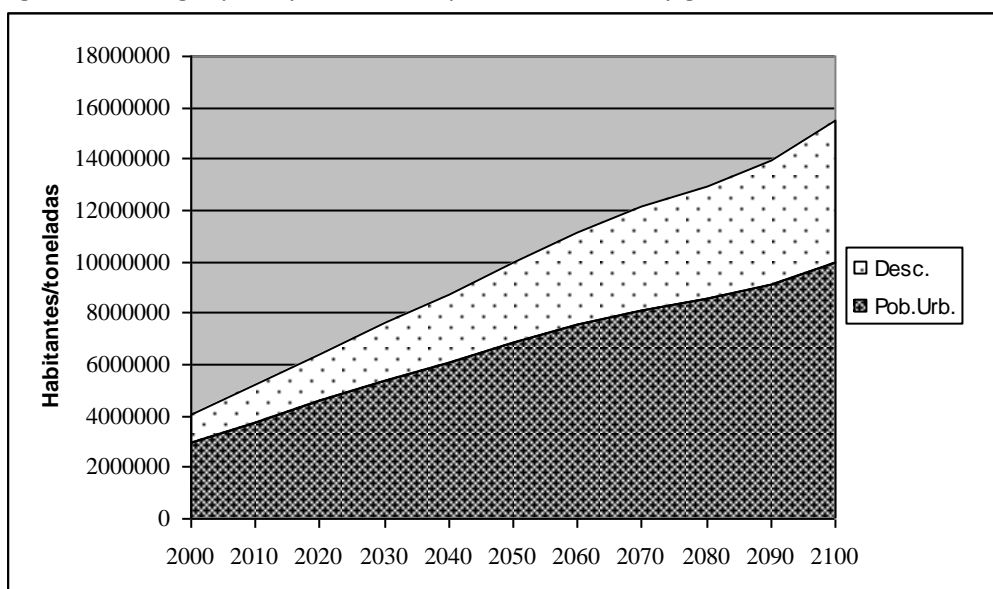
Bajo estas condiciones, y teniendo una población urbana triplicada al 2100, se espera que la generación de residuos sólidos urbanos llegue a 5,5 millones de toneladas en el ámbito urbano. Cuadro 37

Cuadro 37. Paraguay. Proyección de la Población urbana y desechos

Año	Población Urbana	Generación Desechos (tn)
2000	2.939.944	1.108.359
2010	3.765.127	1.419.453
2020	4.600.357	1.826.342
2030	5.415.327	2.252.776
2040	6.051.578	2.638.488
2050	6.847.556	3.122.485
2060	7.563.167	3.592.504
2070	8.123.594	4.021.179
2080	8.555.541	4.406.104
2090	9.108.102	4.872.835
2100	10.000.610	5.540.338

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Paraguay. Proyección de la población urbana y generación de residuos sólidos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONTECSA, 2000.

#### Proyección de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector desperdicios

En este sector, la preocupación mayor no radica en la contribución de los gases de efecto invernadero al total nacional pues resulta baja, más bien el volumen generado *versus* el espacio físico para depositarlo y las implicancias que la modalidad de vertido (a cielo abierto) supone tanto para la salud de la población como para la salud ambiental, constituyen las aristas críticas.

Para realizar una comparación entre el escenario sin y con medida se consideró las emisiones de metano reportadas en el Inventario del Año 2000 (aun preliminar) que representa 12 Gigagramos (equivalente a 2.829.000 toneladas de CO<sub>2</sub>).

Las emisiones de metano en el escenario tendencial no debería experimentar incrementos significativos atendiendo a las siguientes condiciones: (1) la poca variación prevista para la tasa de generación de residuos sólidos per. capita (5,5% cada diez años) y; (2) la fracción de carbono orgánico degradable no variaría de manera importante, esto es la predominancia de los desechos sólidos domiciliarios continuaría

Sin embargo, los datos aportados por los inventarios nacionales dan cuenta que entre 1990 y 2000 el sector desperdicios creció, con relación a la emisión de metano, a tasas equivalentes a 196%, datos que contendría ciertas falencias por lo cual no se consideró de utilidad realizar las proyecciones con este porcentaje.

### III. ESCENARIO DE MITIGACIÓN

La Primera Comunicación Nacional de Paraguay a la Convención Marco de Cambio Climático, elaboró el segmento correspondiente a *“Mitigación de las causas y efectos del cambio climático y estrategia paraguaya de implementación”* (Dietze, 2001), conteniendo una exhaustiva descripción, si bien enfatizando el sector energético, de posibles medidas así como las estrategias e instrumentos que el país puede adoptar para hacer frente al cambio climático, así como acciones transversales a nivel de políticas públicas<sup>6</sup>.

Conteste con este documento, el presente trabajo sigue la línea política sugerida en relación a las actividades a implementar en el tema de la mitigación en especial para el sector bosques y que básicamente tienen que ver con el aumento de sumideros, sea el incremento de las áreas protegidas, tanto públicas como privadas, así como el fomento de la forestación y reforestación mediante la puesta en marcha de incentivos económicos efectivos.

#### Selección de medidas

Las posibles medidas de mitigación son varias, por ello en el presente análisis, se consideró importante enfatizar aquellas opciones que ya han sido iniciadas por algún estamento de la sociedad sea desde el ámbito gubernamental o el ámbito privado y aquellas medidas que forman parte o han sido mencionadas en los planes de gobierno y/o políticas o programas de gobierno por considerarse que las mismas tienen mayor oportunidad de concretarse efectivamente. Obviamente, también ha sido tomada en cuenta la contribución de la medida en el abatimiento de gases de efecto invernadero.

Para medir el grado de compatibilidad de las medidas propuestas con las políticas de gobierno se utilizó la matriz que figura en Anexo que ha sido calificada de acuerdo a ponderaciones otorgadas a tres componentes: los planes sectoriales, la legislación y los compromisos internacionales. Del mismo modo se creyó útil evaluar las mayores barreras que las medidas tendrían que sortear para una efectiva implementación. Para la elaboración de esta matriz se recurrió en parte a informantes clave, estos fueron los impulsores de las medidas en algunos casos y en otros, consulta a expertos en políticas públicas ambientales.

Las barreras más importantes que pueden dificultar la implementación de las medidas fueron clasificadas en cuatro grupos: técnicas, institucionales, financieras y sociales; volviéndose cada una a subdividirse (ver Anexo).

### MEDIDAS

#### SECTOR CAMBIO DE USO DE LA TIERRA/BOSQUES

---

<sup>6</sup> Ver texto completo en [http://www.pncc.gov.py/estudios/1racomunicacion/mitigacion\\_de\\_las\\_causas\\_y\\_efectos\\_del\\_cc.pdf](http://www.pncc.gov.py/estudios/1racomunicacion/mitigacion_de_las_causas_y_efectos_del_cc.pdf)

Las medidas concretas para evitar las emisiones o para el abatimiento están enfocadas al incremento o mantenimiento de sumideros de CO<sub>2</sub>, es decir el aumento de la cobertura boscosa mediante las forestaciones y las reforestaciones. Como alternativa última se debe pensar en el mantenimiento, mediante mecanismos punitivos o prohibitivos, de la superficie boscosa existente actualmente para la región Oriental y Occidental, pues estos mecanismos generalmente no son sostenibles si no van acompañados de medidas o acciones integrales o complementarias que den valor a los bosques.

A más del impulso de las forestaciones y reforestaciones (mediante mecanismo preferentemente financieros), deberán introducirse otras medidas de carácter estructural y transversal al sector forestal, para reducir las fuerzas o causas que ejercen presión sobre el cambio de uso de la tierra. Para el escenario de mitigación los supuestos asumidos son:

1. Se reduce el índice de pobreza, especialmente de la población rural mediante la creación de mercado laboral diversificado y el acceso a oportunidades;
2. La economía paraguaya depende en menor grado del sector primario;
3. Se desincentiva la comercialización de productos provenientes de bosques no manejados;
4. Se crean y operativizan incentivos ambientales tanto económicos como no económicos que hace que la actividad silvicultural se torne atractiva;
5. Las instituciones de competencia forestal y ambiental se hallan fortalecidas;
6. La temática ambiental adquiere relevancia política;
7. Los mercados internacionales del Carbono tanto para especies nativas como exóticas (reforestaciones) funcionan plenamente.
8. La presión internacional traducida en el mercado local de tierras es parcialmente controlada.

#### **Medida 1. Reducción de las Emisiones mediante la Deforestación Evitada**

Si bien esta medida no se cataloga como medidas propuestas de mitigación pues se halla en marcha, se consideró importante rescatar y resaltar la iniciativa desde dos puntos de vista: constituye una acción decidida por parte del Estado paraguayo para combatir los problemas ambientales, en este caso la masiva deforestación, pudiendo cuantificarse de manera real su contribución en el abatimiento de CO<sub>2</sub>; y, representa para la economía paraguaya, fuertemente dependiente del sector primario, una importante reducción de ingresos desde la óptica de lo que ha dejado de percibir en concepto de venta de productos madereros.

Paraguay aprueba en el año 2004 la Ley 2.524/04 de “Prohibición en la Región Oriental de las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques” conocida como de Deforestación Cero, con lo cual ha logrado reducir considerablemente la tasa de deforestación de mas de cien mil hectáreas por año a cantidades que oscilan entre 6.000 a 10.000 hectáreas anuales. Con esto Paraguay contribuye a preservar la diversidad biológica a nivel local y a reducir las emisiones causantes del calentamiento, a nivel global.

La contribución de Paraguay reúne los requisitos estipulados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, respecto a que las reducciones de CO<sub>2</sub> deben ser medibles, cuantificables y replicables. Se producen los cálculos que derivaron en la estimación de las toneladas de Dióxido de Carbono que Paraguay logró evitar emitir a la atmósfera durante cuatro años de aplicación de dicha medida, que seguirá vigente hasta el año 2013.



Cuadro 38. Paraguay. Región Oriental. Hectáreas de bosque de deforestación evitada.

Años	Superficie boscosa con deforestación de tasa de 110.000 has/año en has (a)	Tasa normal deforest. 110.000 has/año(b)	Tasa Deforest.Ley 2524 (has/año) (c)	Superficie Boscosa con DeforestacionLey 2524(has)(d)	Diferencia Evitada Deforest.Has/año (e)	Tasa Deforest. Evitada (has/año)(f)
2005	1.507.718	110.000	20.000	1.597.718	90.000	90.000
2006	1.397.718	110.000	6.400	1.591.318	193.600	103.600
2007	1.287.718	110.000	5.600	1.585.718	298.000	104.400
2008	1.177.718	110.000	9.503	1.576.215	398.497	100.497
<b>Total evitado deforestar</b>					980.097	398.497

Fuente: Elaboración propia

*Cálculo de la Columna a*

La superficie boscosa que existiría sin la aplicación de la Ley 2524/04. Se calculó a partir de la última cantidad conocida de cobertura boscosa, esto es el año 2002. Se consideró que persistirá una tasa de extracción equivalente a 110.000 hectáreas año y con esto se proyectaron los años 2003, 2004 y 2005.

*Columna b*

Tasa de deforestación del año 2002 (para la región Oriental de Paraguay), que se consideró como constante.

*Columna c*

Tasas de deforestación registradas a partir de la implementación de la Ley 2524 a finales del año 2004. Rige a plenitud a partir del año 2005.

*Columna d*

Calculo de la Cobertura existente con las tasas de deforestación modificadas a partir de la Ley 2524/04

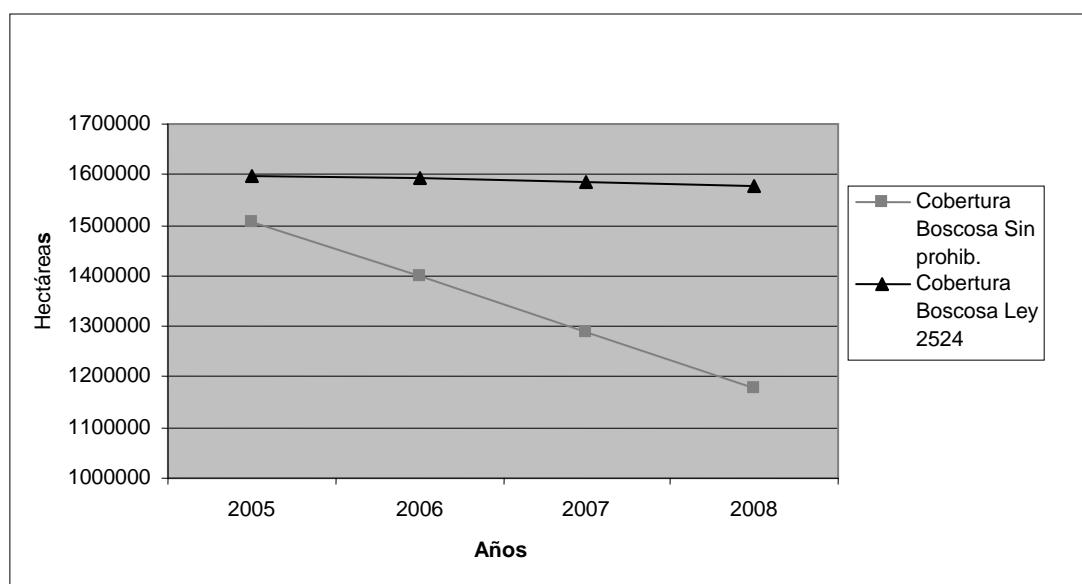
*Columna e*

Diferencia entre Columnas (d) y (a)

*Columna f*

Diferencia entre (b) y (c)

Figura 25. Paraguay. Región Oriental. Deforestación tradicional vs deforestación evitada.



Fuente: Elaboración propia

#### *Cálculo de la cantidad de CO<sub>2</sub> evitado emitir*

Para el cálculo se consideró la tasa de deforestación entre la línea base Año 2002, es decir 110.000 has/año y el promedio de la tasa de deforestación logrado con la deforestación evitada, que representa 10.375,25 hectáreas por año. Este calculo sigue la tendencia mundial de las negociaciones en torno a la Reducción de las Emisiones por Deforestación y Degradación Evitadas (REDD-por sus siglas en inglés) que se desarrollan en el interior de la Convención Marco de Cambio Climático y que aún se halla en franco proceso de discusión y negociación (a junio de 2009).

Por otro lado, para el cálculo de la cantidad de carbono contenido en los bosques tropicales, como el caso de Paraguay, a falta de datos nacionales se utilizó cifra mencionada en las literaturas, donde una hectárea de bosque tropical almacena aproximadamente 115 toneladas de carbono (Kanninen, 2000).

Entonces, la cantidad de CO<sub>2</sub> evitado emitir se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ton CO}_2 = (110.000 \text{ has/año} - 10.375,25 \text{ has/año}) \times (115 \text{ ton de C/ha}) \times 3,67$$

**Ton CO<sub>2</sub> evitado emitir por Paraguay = 42.046.626** en cuatro años de aplicación de la normativa (2005-2008).

En la Cuadro 39 y la Figura 26 se visualizan las emisiones que se produciría sin la puesta en marcha de la medida y la cantidad de CO<sub>2</sub> que se evitó emitir con la aplicación de la medida.

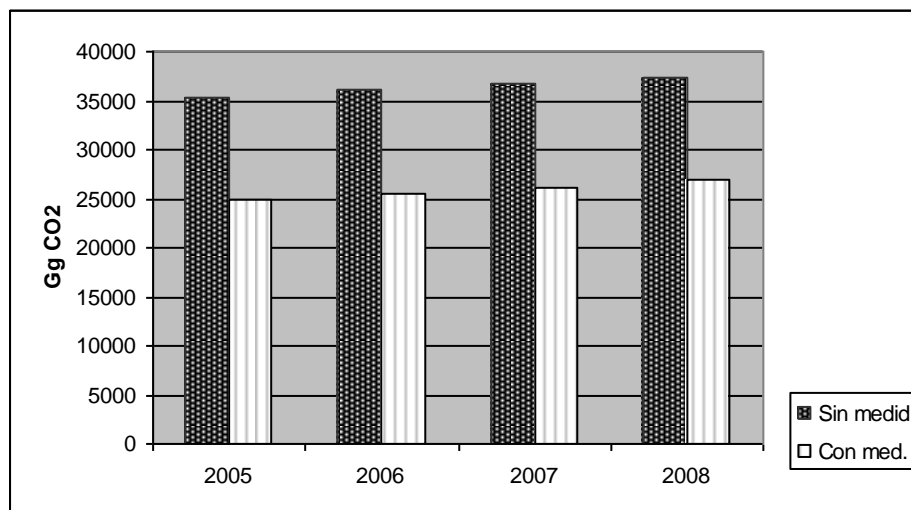
Cuadro 39. Paraguay. Región Oriental. Emisiones sin y con prohibición de cambio de uso de la tierra

Años	Sin medida (Gg CO <sub>2</sub> )	Con medida (Gg CO <sub>2</sub> )
2005	35392	24892

2006	36055	25555
2007	36718	26218
2008	37381	26881

Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Paraguay. Región Oriental. Emisiones con y sin medida. Deforestación Evitada



Fuente: Elaboración propia

#### Costo de la deforestación evitada

El ejercicio aquí realizado pretende reflejar la cifra que ha dejado de percibir el propietario de los bosques a partir de la prohibición de transformación del uso del suelo con cobertura boscosa, es decir se refleja el costo de oportunidad de bosque. Se considera solamente el precio de la madera y no de otros bienes provenientes del bosque; los servicios ambientales tampoco fueron considerados pues el Mecanismo de Pago por Servicios Ambientales (PSA) si bien cuenta con una Ley respaldatoria (3001/06), aún no ha entrado en funcionamiento.

El Proyecto Manejo Sostenible de Recursos Naturales impulsado por el Servicio Forestal Nacional (hoy Instituto Forestal Nacional), dispone de un tríptico donde se puede ver la cifra que genera una hectárea de bosque “tipo”(bosque alto nativo de Paraguay) con especies denominadas “de Primera”, aquellas cuya madera son de mayor valor comercial en la Región Oriental. Los datos que se presentan en el Cuadro siguiente corresponden a la localidad de Repatriación, Departamento de Caaguazú, sin embargo se considera representativo pues la composición del bosque para la región Oriental experimenta poca variación en la composición de las especies.

Cuadro 40. Paraguay. Región Oriental. Valor de la venta de madera

Descripción	m <sup>3</sup> AP*	Valor en Guaraníes
Volumen cosechado por hectárea	76,9	
Ingreso x m <sup>3</sup> AP promedio		20.184
Ganancia x m <sup>3</sup> AP		14.734
Ingreso por hectárea		1.554.144
<b>Ingreso por hectárea (U\$S)**</b>		<b>311</b>

\*metros cúbicos Alto Paraná medida local equivalente a 1m<sup>3</sup>real = 15.5 mAP

\*\* Relación Dólar/Guaraní: 1/5.000 (junio 2009)

Fuente: MAG/Dirección Nacional de Coordinación y Administración de Proyectos/Proyecto Manejo Sostenible de Recursos Naturales (s/f). Tríptico

Atendiendo a la cifra del Cuadro 38, donde en cuatro años Paraguay evitó deforestar 980.097 hectáreas, se tiene que el monto que ha dejado de percibir el propietario del bosque, en concepto de venta de madera, ascendería a 304.810.167 millones de Dólares (76,2 millones de Dólares americanos/año)<sup>7</sup> cifra que representa el 0,62 % del PIB de Paraguay del año 2007.

#### *Posibles beneficios adicionales del Mecanismo de Deforestación y Degradación Evitadas*

La concreción del Mecanismo REDD (por sus siglas en inglés) pago por la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Evitadas, podría representar una oportunidad para que el Paraguay entre a negociar el pago compensatorio por el aporte global en las reducciones de emisiones concretado mediante la prohibición del cambio de uso de la tierra. Si se considera el calculo de cantidad de CO<sub>2</sub> evitado emitir (toneladas 42.046.626) a un precio promedio de 10 Dólares la tonelada, se obtendría un beneficio que orillaría los 420 millones de Dólares americanos.

### **Medida 2. Incentivos Económicos. Pago por Servicios Ambientales (PSA)**

Los supuestos asumidos para la efectiva implementación de esta medida son:

1. La reapertura del registro especial de bosques en el interior del Instituto Forestal Nacional;
2. El precio pagado por hectárea de conservación de bosque es igual o mayor al precio de mercado;
3. El Ministerio de Hacienda implementa mecanismos para compensar la cantidad que podría dejar de percibir en concepto de Canje de Deuda Inmobiliaria por Certificados Ambientales.
4. Mecanismos de implementación claros y transparentes e instituciones implementadoras fortalecidas.

Apuntalar los mecanismos que logren la motivación de propietarios privados por la conservación debe constituir el principal desafío. El país tiene ya un camino andado con la promulgación en el año 2006 de la Ley 3001 de “Valoración y Retribución de los Servicios ambientales” un mecanismo híbrido entre el modelo voluntario y obligatorio.

El objetivo de la ley, fue el de retribuir al propietario de ecosistemas que brindan servicios ambientales, especialmente a los propietarios de bosques, que han mantenido más de la superficie estipulada por las normativas, y por otro lado obligar a aquellos con pasivo ambiental (principalmente aquellos que han incumplido con el artículo 42 de la ley 422/73 “Forestal” de mantener el 25% de la cobertura de bosques de la propiedad), que adquieran Certificados Ambientales por un valor igual al valor del daño ambiental de modo compensatorio.

Si la medida entra en plena vigencia, la situación es como sigue:

---

<sup>7</sup> Tasa de Cambio: 1 Dólar americano equivale a 5.000 Guaraníes

Situación	Cantidad
▪ Cantidad de propiedades inscriptas ante la autoridad forestal a 2008.	33
▪ Total de hectáreas pasibles de ingresar al régimen de PSA.	232.761,24
▪ Precio mínimo estimado <sup>8</sup> que podría recibir por hectárea el propietario de los bosques que ingresen al régimen de PSA.	873.984,65 Guaraníes por hectárea al año (aproximadamente 175.00 Dólares americanos)
▪ Cantidad de CO <sub>2</sub> evitado emitir. (Calculo realizado utilizando valores internacionales. Se consideró que la cantidad de carbono por hectárea es de 115 toneladas).	98.236.881 toneladas de CO <sub>2</sub>
▪ Beneficio percibido por los propietarios de bosques (costos para el que tiene el pasivo ambiental)	40.7 Millones Dólares americanos
▪ Costo para el Estado (La Ley 3001/06, en su Artículo 8, también prevé que los Certificados de Servicios Ambientales, títulos valor, podrán utilizarse para la compensación de tributos locales o nacionales como el Impuesto al Agro -IMAGRO, el Impuesto Inmobiliario y el Impuesto a la Renta Personal, hasta un 50% (cincuenta por ciento) del impuesto adeudado.	21 propietarios reclaman la compensación del 50% de sus deudas. Monto No estimado.
▪ Horizonte de tiempo de aplicación de la medida.	A diciembre de 2020, realizar la transacción del primer grupo de propietarios inscriptos.

El monto mencionado corresponde a la cantidad que los propietarios de bosques podrían recibir como pago por servicios ambientales. Al ser el sistema paraguayo de Pago por Servicios Ambientales una transacción entre privados, se produce una relación costo/beneficio entre privados; costo para aquel propietario de bosques con pasivo ambiental que debe realizar el pago a quienes disponen de excedente forestal y lo someten al régimen de PSA, para quienes se torna en beneficio. Aquellos con pasivos ambientales adquirirían los certificados ambientales en la Bolsa de Valores o lo negociarían directamente con aquellos que tienen excedente forestal y ha sido inscripto en el Régimen de Servicios Ambientales. La cifra mencionada (40.7 millones de Dólares), es total y no por año pues representa la retribución por la cantidad total de hectáreas de bosques inscriptas en el registro para el régimen de Servicios Ambientales, que actualmente (2009) se halla cerrado. Estos propietarios, 21 en

<sup>8</sup> Amarilla, S.M; González, J. 2008. Ejercicio de Valoración encargado por la Secretaría del Ambiente, con el apoyo del Instituto de Derecho y Economía Ambiental y la FAO, donde mediante una metodología *Ad hoc*, se contempló a más de los precios de mercado, los componentes biológicos y socio ambientales.

total, son los que se hallan habilitados para percibir el pago por servicios ambientales cuando el mecanismo se ponga en funcionamiento.

Cabe destacar que el ejercicio de valoración económica de los servicios ambientales derivados de los bosques aún no ha finalizado en el país por lo que se utilizó en el presente informe, valor referencial del trabajo realizado por Amarilla y González (2008) y encargado por la Secretaría del Ambiente.

Se estima que el plazo aquí propuesto (10 años) es adecuado para finalizar la adecuación legal de aquellos propietarios que tiene pasivo ambiental y para finalizar el pago a aquellos que ofrecen sus bosques bajo el Régimen de Servicios Ambientales con un periodo de renovación de los Certificados Ambientales, que por Ley tienen una duración de 5 años.

La cantidad de superficies de bosque que podrían entrar a formar parte del Régimen de Servicios Ambientales, a más de la cantidad de hectáreas hoy inscriptas, es difícil estimar (para extrapolar a más hectáreas) pues no se conoce la cantidad de propietarios que poseen excedentes forestales y que estén dispuestos a someter al Régimen de PSA. La medida podría extenderse con mayor éxito en la región Chaqueña donde la superficie boscosa se encuentra en estado incipiente de presión masiva.

La cantidad total de emisiones evitadas emitir calculadas en este informe constituye cifra global, pues deriva de la cantidad total de hectáreas inscriptas en el registro, no siendo anual, arrojando 97,9 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (Ver calculo auxiliar en Anexo).

Un aspecto importante constituye la mención hecha en la ley 3001/06 de “Valoración y Retribución de los Servicios ambientales”, en el sentido que los propietarios de los Certificados de Servicios Ambientales (que se expedirán por un valor determinados de acuerdo a la zona y la cantidad de bosques bajo el régimen) podrán solicitar el canje de sus deudas tanto inmobiliarias, como del Impuesto al Agro (IMAGRO) e impuesto a la Renta Personal hasta el valor de 50% de sus deudas. Este aspecto se torna sensible para el Estado paraguayo, especialmente el Ministerio de Hacienda, al momento de operativizar la medida pues de concretarse son los 21 propietarios quienes podrían solicitar compensación de sus deudas ante el organismo competente. La cifra es difícil estimar desde el momento que se desconoce el monto de las deudas y la cantidad de certificados ambientales que entrarían a operar en el mercado. Sin embargo, todo el mecanismo de pago por servicios ambientales se halla aún en desarrollo tornándose incierto el modo final de aplicación.

### **Medida 3. Programas de Reforestación masiva tendientes a fijar el carbono atmosférico**

Se inician programas agresivos de reforestación y restauración de ecosistemas forestales deforestados en la región Oriental del país. La campaña es impulsada tanto desde el sector gubernamental como del sector privado y las Organizaciones no Gubernamentales.

La meta es lograr que al menos 15% de la superficie de la región Oriental se halle cubierta de bosques, exceptuando las Áreas Silvestres Protegidas, cifra equivalente a niveles existentes a principios de la década de los noventa, que en hectáreas representaría aproximadamente 2,4 millones.

Si se considera que en la región Oriental actualmente existirían 1.837.718 hectáreas, la meta final de esta medida sería reforestar aproximadamente 560.000 hectáreas, en un periodo de 50 años con una tasa anual de reforestación 11.300 hectáreas.

En el cuadro 41 se resume las condiciones técnicas de la medida.

Cuadro 41. Campaña de reforestación masiva

Descripción	Aspectos técnicos
▪ Meta de la Medida de Reforestación masiva r. Oriental	Reforestación y forestación de 560.000 hectáreas
▪ Horizonte temporal	50 años
▪ Tasa de reforestación	11.300 hectárea/año
▪ Cantidad de CO <sub>2</sub> absorbido	236.348.000 tn CO <sub>2</sub>
▪ Costo total de la medida (US\$/ha 532)	298 millones de Dólares americanos.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de esta medida serán más efectivos si las reforestaciones son encaminadas con especies nativas y en sitios donde puedan producirse corredores biológicos recomponiendo el paisaje de bosques que se ha perdido. Manchones aislados de bosques cumplen con la función de hábitat para las especies de manera restringida.

#### **Medida 4. Reforestación en Comunidades de Bajos Ingresos. Proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio**

Los Mercados de Carbono como los Mecanismos de Desarrollo Limpio y los mercados voluntarios podrían constituir una opción válida para interesar a productores en la forestación y reforestación bajo el incentivo de los ingresos adicionales que se pueden obtener en este negocio. Los supuestos asumidos en el éxito de esta medida son:

1. Los mercados internacionales del carbono funcionan plenamente y la burocracia al acceso se ven reducidas;
2. Las comunidades campesinas se hallan organizadas y trabajando bajo el modelo cooperativo;
3. Los costos que implica el proceso internacional del Mecanismo de Desarrollo Limpio, se hallan subvencionados por el Estado o por algún organismo internacional;

El proyecto se cataloga como de Pequeña Escala, en el Marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio con una absorción de 8.000 toneladas de Dióxido de carbono/año.

La reforestación es como especies exóticas principalmente Eucalipto (*Eucalyptos sp.*) y Grevilea (*Grevillea robusta*).

La cantidad de familias que tomaran parte del proyecto es de 300; aquellas tipificadas como de bajos ingresos. La cantidad total de hectáreas reforestadas será de 284.

La cantidad de CO<sub>2</sub> que podría absorber un proyecto del tamaño del mencionado es de 123.000 toneladas de CO<sub>2</sub> durante un tiempo de veinte años.

Se estima que la implementación de al menos dos proyectos de esta categoría durante los próximos años sería beneficiosa para lograr la reforestación con fines energéticos y así evitar la presión sobre el bosque nativo y mejorar los ingresos de las familias campesinas con la venta de Certificados de Carbono.

Si bien esta medida es de carácter global no pudiendo imputarse al país hospedero o sumidero en este caso Paraguay, la reducción de sus emisiones, sin embargo contribuye de manera global a la solución del calentamiento global. En tanto, los beneficios económicos provenientes de dicha medida, de entrar en el circuito del Mecanismo de Desarrollo Limpio podrían beneficiar a familias de escasos recursos del país.

#### *Costo de implementación del Proyecto*

Según el Observatorio del IICA<sup>9</sup>, en línea, en “Evaluación y Situación Forestal: Paraguay” el costo de reforestar una hectárea de especies exóticas en Paraguay se refleja en el Cuadro 42.

Cuadro 42. Paraguay. Costo de reforestación de especies exóticas

Año	Costo Reforestación (US\$/ha)	Bonificación 75% (US\$/ha)	Diferencia que abona el reforestador (US\$/ha)
Año 2000	532	488	44

Fuente <http://www.iica.org.py/observatorio/producto-paraguay-forestal-costos.htm>

En el año 2005, se aprueba la Ley 536 “De Fomento a la Forestación y Reforestación” que prevé la bonificación del 75% de los costos directos incurridos en el marco de estas actividades. Con ello, y si la aplicación de la Ley fuese efectiva, el reforestador tendría que abonar el monto equivalente a 44 Dólares americanos por cada hectárea reforestada. Bajo esta condición, el presente proyecto tendría un costo total, sólo en concepto de establecimiento de las 284 hectáreas de reforestación, de 12.496 Dólares americanos.

Pero como se explicó en el segmento de Barreras, uno de los problemas principales radica en el hecho de la deficiente aplicación de esta Ley y lo es más aún cuando se trata de pequeños productores quienes en la generalidad de los casos no llegan a acceder a los beneficios, siendo el total que deberá abonar cada campesino equivalente a 532 Dólares por hectárea (151.088 Dólares americanos por total de Proyecto), suma que los bajos ingresos de los rubros producidos en el área del proyecto, no cubriría.

Este costo no contempla las actividades de mantenimiento de la superficie reforestada tales como reposición de plantines por pérdida, clareos, poda, otros.

El costo de reforestar constituye un obstáculo importante a superar a nivel de pequeños productores, sin embargo el costo mayor de este tipo de emprendimientos se halla en la elaboración del proyecto a ser presentado bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio, por lo que se asume como hipótesis la existencia de una subvención en este rubro.

## **SECTOR DESPERDICIOS**

Antes de analizar las medidas de mitigación, en este escenario se asumen ciertos supuestos en la gestión de los residuos sólidos que tendrán su impacto en la generación final de residuos. Estos supuestos son:

<sup>9</sup> Disponible en <http://www.iica.org.py/observatorio/producto-paraguay-forestal-valor.htm> - 38KB. [Visitado el 6 de julio 2009].



1. Se adopta una Política de Residuos sólidos a nivel de Municipios donde se incentiva la selección y el reciclaje en origen de los residuos sólidos domiciliarios;
2. Se establecen tarifas diferenciadas teniendo en cuenta el volumen de residuos generados;
3. Se establecen manufacturas de productos reciclados;
4. Se establecen campañas de concienciación sobre consumismo.

Todas estas medidas son tendientes a reducir la tasa de generación de residuos sólidos per. capita a niveles de 1990 es decir 0,980 kg por habitante.

#### **Medida 5. Relleno Sanitario del Vertedero Cateura de la Ciudad de Asunción. Captura de Gas Metano. Proyecto Mecanismo de Desarrollo Limpio<sup>10</sup>**

El Vertedero Municipal Cateura donde llegan aproximadamente entre 600 y 700 toneladas de residuos del área Metropolitana de Asunción por día, está catalogado como un Relleno Sanitario Nivel 2, donde la cobertura parcial con tierra y la compactación llegan a producir niveles no despreciables de metano por la condición anaerobia generada.

La medida propuesta consiste en la Captura del gas metano generado y su posterior quema, evitándose su emisión a la atmósfera, esquema que entraría a operar bajo la modalidad de Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Esta medida ya ha sido encaminada contando en la actualidad con la Idea de Proyecto (PIN por sus siglas en inglés) aprobada por la Secretaria del Ambiente. La contribución de esta medida en términos ambientales es decir la cantidad de metano capturado y traducido a CO<sub>2</sub> se estima entre 20.000 y 90.000 toneladas en un periodo de 20 años. El proyecto tendrá un efecto demostrativo a nivel nacional, en relación con el hecho de que los rellenos sanitarios pueden ser operados técnicamente, con un adecuado control de sus emisiones de biogás.

Con relación al costo del emprendimiento no se ha podido acceder a los mismos a través de las fuentes oficiales, por ello se recurrió a datos mencionados en la literatura y cuyos proyectos guarden similitud con la presente medida. Asi Blanco y Santalla (s/f) de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires mencionan que el costo de un proyecto de captura de metano de rellenos sanitarios que recibe una cantidad aproximada de residuos que la propuesta (250.000 toneladas/año) y con la modalidad de combustión como recuperación y aprovechamiento orillarían el millón de dólares en costo de capital, donde estaría incluido el costo del circuito del Mecanismo de Desarrollo Limpio (validación, transacción y registro del proyecto) que ascendería a 85.000 Dólares y la verificación anual que representa 5.000 Dólares. En tanto el costo de operación y mantenimiento para este tipo de emprendimientos orillarían los 80.000 Dólares por año.

Los beneficios que puede generar el proyecto por la venta de los Certificados de Emisiones, si se considera 10 US\$ la tonelada de CO<sub>2</sub>, representaría entre 200.000 y 900.000 Dólares.

---

<sup>10</sup> Información disponible en el Portal de la Municipalidad de Asunción.  
[http://www.mca.gov.py/noticias/290409\\_10.htm](http://www.mca.gov.py/noticias/290409_10.htm) Información actualizada el 04.05.09. [Visitado el 1 julio 2009]

## **Medida 6. Instalación de reactores de materia orgánica a nivel municipal<sup>11</sup>**

El Centro de Investigación Científica, *CIENCITEC, de Paraguay* ha desarrollado un reactor de Materia Orgánica (RMO) con el objetivo de obtener energía alternativa a partir de materia prima abundante y sin costo, como lo son los desechos orgánicos de origen animal y vegetal mediante un proceso físico-químico que los transforma en hidrocarburos.

El Reactor de Materia Orgánica (RMO) transforma 100% de la materia orgánica generando gas metano, asfalto líquido, aceites (que pueden ser materia prima para biocombustibles), ácidos orgánicos, carbón vegetal.

La instalación de los Reactores de Materia Orgánica a nivel de Municipios o de Gobernación para el procesamiento de los residuos sólidos se considera una alternativa innovadora desde los siguientes puntos de vista:

1. Procesa la basura a medida que va llegando por lo que no existe acumulación de los residuos. El reactor se dimensiona conforme al volumen promedio diario de materia orgánica disponible. Los subproductos obtenidos salen del RMO y van directamente a los tanques o depósitos y de allí a la comercialización, generando ingresos adicionales.
2. Se reduce la cantidad de terreno necesario para la disposición de residuos, siendo necesarios sólo para el procesamiento y almacenamiento.
3. Su costo operativo, comparado con rellenos sanitarios, es menor pues no se emplean maquinarias viales. No se requiere de tierras para cobertura de los rellenos.
4. No existe riesgo de fugas o lixiviados hacia los acuíferos.

La medida prevé la instalación de al menos 10 reactores de materia orgánica en municipios con población superior a cincuenta mil habitantes.

El costo de un equipo completo que procesa 100 toneladas de residuos orilla los 3,5 millones de Dólares americanos<sup>12</sup>, inversión necesaria para cada uno de los municipios.

Con el procesamiento y transformación de 100 toneladas de residuos se secuestraría aproximadamente entre 300.000 y 375.000 toneladas de CO<sub>2</sub> anual.

La cantidad de metano, en su equivalente de CO<sub>2</sub>, que con la medida se lograría evitar emitir a la atmósfera sería de 3.750.000 toneladas/año (una vez instalados los diez reactores) a un costo de 35 millones de dólares en un horizonte de 20 años.

### **Síntesis de las Medidas de Mitigación y Costos de abatimiento**

Comparando un escenario sin y con medidas de mitigación para el sector Cambio de uso de la Tierra se tendría que de 37.664.875 toneladas de CO<sub>2</sub> que se estima se emitieron en el año base (2002), se lograría abatir 24.669.690 toneladas de CO<sub>2</sub> por año con las medidas propuestas, cifra que representa el 65% de las emisiones con respecto al año base que sin embargo debe ser tomada como referencial teniendo en cuenta la tasa de deforestación

---

<sup>11</sup> Información obtenida en la página Internet de la empresa Energy impulsora del emprendimiento a nivel local. <http://www.energy.com.py/index.php?seccion=productos>. Visitado [28 junio 2009]

<sup>12</sup> Información proporcionada por Juan Domanicky, Directivo de la Empresa Energy que comercializa los RMO en el país.

(0,5%) sobre la cual se calcularon las emisiones para el año base, que podría ser inferior a la real. Esta cifra proviene de la sumatoria del cociente entre el total de CO<sub>2</sub> abatido o evitado emitir con cada medida y el total de años de duración de la medida tal como lo muestra la siguiente relación:

$$\text{Emisiones logradas abatir por año} = \frac{\sum (\text{CO}_2\text{REDD}/4 \text{ años} + \text{CO}_2\text{PSA}/10 \text{ años} + \text{CO}_2\text{Reforest}/50 \text{ años})}{\text{años}}$$

No se incluye la cantidad de CO<sub>2</sub> de la medida de Reforestación en comunidades de bajo ingreso que se propone bajo la modalidad de Mecanismo de Desarrollo Limpio pues es de carácter global.

Este cálculo anual de emisiones abatidas se realizó a efectos de comparar con el año base 2002, asumiendo que las medidas inician todas en un mismo año y que las cantidades de hectáreas reforestada o evitada deforestar se distribuyen de manera equitativa entre los años de duración de la medida.

En el sector desperdicios, las medidas propuestas lograrían evitar emitir el equivalente a 379.500 toneladas de CO<sub>2</sub> lo que representa 13,25% con respecto al escenario base del año 2000. El cuadro 43 sintetiza la contribución de las medidas de mitigación y el costo de las mismas.

Cuadro 43. Paraguay. Síntesis de medidas de mitigación Sector No Energético

Sector	Medidas	Cantidad de CO <sub>2</sub> evitado emitir o abatido	Costo Total
FORESTAL	1. Deforestación evitada. Ley 2524/04	42 millones tn CO <sub>2</sub> en 4 años (de 2005 hasta 2008)	304 Millones Dólares americanos
	2. Incentivos Económicos. Pago por Servicios Ambientales	98.236.881 tn de CO <sub>2</sub> (en 10 años) ( de 2010 a 2020)	40,7 Millones de dólares americanos
	3. Campañas masivas de reforestación	236.348.000 tn CO <sub>2</sub> en 50 años (de 2010 a 2060)	298 millones de Dólares americanos.
	4. Reforestación. Comunidades de bajos ingresos. Proyecto MDL	123.000 tn de CO <sub>2</sub> en 20 años (de 2010 a 2030)	151.000 Dólares americanos sólo costo directo de reforestación.
DESPERDICIOS	5. Captura de Gas Metano. Vertedero Cateura	20.000 a 90.000 tn de CO <sub>2</sub> en 20 años.(de 2012 a 2032)	1,08 millones de Dólares
	6. Reactor de materia orgánica	3.750.000 tn de CO <sub>2</sub> /año 20 años (de 2009 a 2029)	35 millones de Dólares americanos.

#### Costo de abatimiento de emisiones

Evaluación de costo/beneficio para las medidas ambientales no siempre resulta satisfactoria desde la óptica de la mera inclusión de aquello que tiene mercado o aquello que posee valor de transacción. De allí que no resulta enteramente útil realizar sólo la comparación financiera *versus* la pérdida monetaria que una medida podría representar pues quedarían fuera prácticamente todos los bienes y servicios ambientales y de la biodiversidad que no tienen mercado y que en ocasiones es mayor al mero beneficio financiero.

Por ello, en este trabajo sólo se realiza una comparación de costo financiero y beneficio parcial (representado por la cantidad de CO<sub>2</sub> que se dejó de emitir o absorber sin considerar el beneficio que brinda todo el ecosistema), con fines ilustrativos para llamar la atención respecto a lo que podría representar, en términos económicos, la gestión ambiental y en caso específico las medidas de mitigación para hacer frente a posibles impactos del cambio climático. Países en vías desarrollo como el Paraguay, deberían seguir desarrollando ejercicios que permitan explorar y contrastar costos entre medidas de adaptación y mitigación para optar por alternativas más costo efectivas.

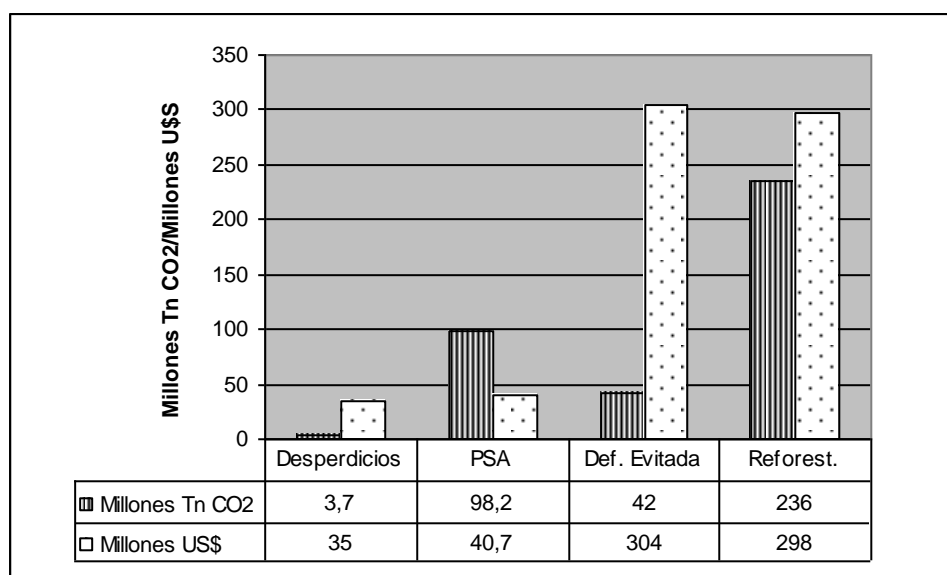
#### *De las medidas del sector forestal*

De las tres mayores medidas, dos sugeridas y una ya implementada a nivel país, el costo de la medida de reforestación masiva representa el mayor en el marco de la mitigación, pero en contraposición a esto la cantidad de CO<sub>2</sub> que se lograría absorber también es considerablemente mayor a las demás medidas. Con respecto a la puesta en marcha de los incentivos ambientales como los Pago por Servicios Ambientales (PSA), se observa según la figura 27, que los beneficios en evitación de emisión de CO<sub>2</sub> son mayores a los costos por lo cual constituye una medida útil de explorar en el corto y mediano plazo; en tanto el costo de la deforestación evitada fue mayor con respecto a la cantidad de CO<sub>2</sub> dejado de emitir.

#### *Sector desperdicios*

Con respecto al sector desperdicios, solo se grafica aquí el costo y la cantidad de CO<sub>2</sub> correspondiente a la medida del reactor de materia orgánica, debido a que los datos de costos de la medida denominada Captura de metano en vertederos se limitó a datos de literatura debido a la imposibilidad de realizar un calculo real del costo de un proyecto como el propuesto. Se observa que el costo de evitar emitir metano a la atmósfera es muy superior a la cantidad de equivalente de CO<sub>2</sub> que con la puesta en marcha de la medida se logra abatir, por lo cual para países en vías de desarrollo como el Paraguay, la alternativa de reducción de la generación de residuos sólidos, el reciclaje así como la clasificación en origen parece ser la alternativa más viable en cuanto a la gestión de los residuos sólidos.

Figura 27. Paraguay. Costo de medidas de mitigación *versus* tn. de CO<sub>2</sub> abatidas.



Fuente: Elaboración propia.

### **Síntesis de Medidas con proyección de Costos**

El Cuadro 44 ilustra la síntesis de medidas propuestas por el Paraguay para el segmento no energético con la proyección de los costos de las mismas en un horizonte de 40 años. Para algunas medidas no se realiza proyección de costos, pues se han considerado muy bajos - como el caso de los trabajos culturales de mantenimiento forestal - o se han considerado como contrapartida de mano de obra local que ha sido absorbida por las familias que llevan adelante el proyecto, correspondiendo las cifras que se visualizan a costos de inversión del emprendimiento. En otros casos el cálculo simplemente se ha visto dificultado por la falta de datos.

Se visualiza en el Cuadro Síntesis el alto costo que representó para el Paraguay la deforestación evitada mediante la Prohibición de Cambio de uso de la tierra para la región Oriental, que representó para el año 2007 aproximadamente 0,62% del Producto Interno Bruto del país; del mismo modo se puede resaltar el elevado costo de la captura de gases de vertederos.

Recomposición del ecosistema degradado mediante la reforestación es una opción cuyo costo también es elevado sin embargo constituye la única alternativa válida para lograr el equilibrio del ambiente y el mayor abatimiento o captura de gases de efecto invernadero, siendo esta medida prioritaria para el país desde el punto de vista de la gran explotación que ha sido objeto la masa boscosa.

Cuadro 44. Paraguay. Síntesis de Medidas de mitigación del Sector No energético con proyección de costos

Sector	Medidas	Cantidad de CO <sub>2</sub> evitado emitir o abatido	Costo Total	Periodo	Año Cero (Inicio de Proyecto)	2020	2030	2050
Forestal	1. Deforestación evitada. Ley 2524/04	42 millones tn CO <sub>2</sub> en 4 años	304 millones de Dólares americanos	De 2005 hasta el 2008	76000000 /año (Equivalente 0,62% del PIB (2007))	(a) No aplica	No aplica	No aplica
	2. Incentivos Económicos. Pago por Servicios Ambientales	98.2 millones tn de CO <sub>2</sub> (en 10 años)	40,7 millones de dólares americanos.	Hasta el 2020		40.000.000		
	3. Campañas masivas de reforestación	236,3 millones tn CO <sub>2</sub> en 50 años	298 millones de Dólares americanos.	Hasta el 2060,		59.600.000 aproximadamente 6 millones US\$ por año.	59.600.000	59.600.000
	4. Reforestación. Comunidades de bajos ingresos. Proyecto MDL	123.000 tn de CO <sub>2</sub> en 20 años	151.000 Dólares americanos sólo costo directo de reforestación.	Hasta el 2030	151.000 (Para el año 2010)	(b)	(b)	
Desperdicios	5. Captura de Gas metano. Vertedero Cateura	20.000 a 90.000 tn de CO <sub>2</sub> en 20 años.	1,08 millones de Dólares	Hasta el 2031	1.080.000	(c) 640.000	(c) 800.000	
	6. Reactor de materia orgánica	3.750.000 tn de CO <sub>2</sub> .	35 millones de Dólares americanos.	Hasta el 2029		17.500.000	17.500.000	
	TOTAL				77.231.000	117.740.000	77.900.000	59.600.000

(a) No es aplicable la proyección más del 2013. El cálculo de costos hasta esta fecha se dificulta, pues es difícil conocer la tasa de deforestación que se lograría con la medida.

(b) Los costos 2020 y 2030 son sólo de mantenimiento (raleo, poda, corte) que no están incluidos por considerarse muy bajo y forma parte del aporte local en mano de obra.

(c) Son costos de operación & mantenimiento. 80.000 Dólares/año

### Barreras para la Implementación de las medidas

Se espera que las medidas impulsadas desde el sector de las políticas públicas respondan a necesidades de la colectividad y por lo tanto se destine a ellas los recursos que permitan la

concreción real y efectiva. Todas las medidas de mitigación presentadas en este análisis, provenientes del sector público o privado, se hallan en andamio, en diferentes etapas, por lo cual analizar la compatibilidad con las políticas gubernamentales, se hizo desde la perspectiva del autor de este capítulo. En tanto, la matriz de barreras fue completada mediante el aporte de los proponentes de las medidas, en los casos en que fue posible entablar con los mismos, comunicación directa.

El Cuadro 45 revela que tres de las medidas propuestas tienen Alto Índice de compatibilidad con los Planes y Programas de Gobierno. Las medidas de Reforestación en pequeñas fincas así como el proyecto de captura de gas metano del relleno de Cateura tienen el mayor Índice de compatibilidad (1,8) respectivamente, en tanto que la medida de Deforestación Evitada tendría 1,7. En el caso del primero, el alto Índice estaría relacionado con la contribución de la medida de manera directa en dos esferas: Social, desde el componente de lucha contra la pobreza y el componente ambiental, por la captura de gases de efecto invernadero; en tanto el segundo proyecto que también presenta alta compatibilidad lo es pues se halla impulsada desde el sector gubernamental con fuerte impacto sobre la salud de los pobladores así como por su impacto en el componente ambiental, de reducción de las emisiones de gases.

La medida de los reactores de materia orgánica tendría una compatibilidad media (1,3) desde la perspectiva de la ausencia de una política nacional sobre el manejo de desechos sólidos dentro del cual enmarcarse, sin embargo, su contribución también es calificada desde la perspectiva de la salud humana así como desde la perspectiva ambiental.

Cuadro 45. Compatibilidad de medidas de mitigación con las Políticas Públicas

Medidas	Planes Sectoriales	Legislación	Compromisos Internacionales	Índice Compatib.
Reforestación Pequeñas Fincas	3 (0,1)	3 (0,2)	3 (0,3)	1,8
Deforestación Evitada	2 (0,1)	3 (0,2)	3 (0,3)	1,7
Reactores materia orgánica	1 (0,1)	3 (0,2)	2 (0,3)	1,3
Captura Metano. Relleno Cateura	3 (0,1)	3 (0,2)	3 (0,3)	1,8

Fuente: Elaboración propia

### **Barreras**

La mayor barrera en la implementación de las medidas a nivel general se sitúa en la institucional, siendo la capacidad técnica y la coordinación interinstitucional las aristas principales que deben ser tenidas en cuenta por los implementadores de las medidas propuestas. En la siguiente categoría de barreras se encuentra la social donde las posibles diferencias en las tarifas antes y después de la implementación de las medidas constituyen el elemento gravitante, así como posible conflicto de intereses al momento de implementarse las medidas. Finalmente, se encuentran las barreras técnicas y financieras.

Analizando las barreras por cada medida propuesta, se registró que el caso del reactor de materia orgánica, el principal obstáculo se encontraría en la capacidad de inversión, en este caso, de los municipios que deseen instalar el mecanismo; en tanto la medida de captura de gas metano en el Vertedero de Cateura de Asunción, debe sortear obstáculos tanto

institucionales como financieros así como sociales para la puesta en marcha de manera efectiva.

La medida de reforestación en pequeñas fincas de campesinos podría tener el mayor obstáculo en las barreras financieras, específicamente en la capacidad de inversión inicial de los campesinos en tanto que el mecanismo de deforestación evitada, como medida REDD (por sus siglas en inglés) tropieza con fuertes obstáculos técnicos y sociales por la incertidumbre que aún reina sobre el tema que conlleva a un desconocimiento por parte de los posibles sectores involucrados pudiendo generar obstáculos sociales de conflicto de intereses. El aspecto institucional juega un rol importante en la superación de esta barrera.



## CONCLUSIÓN DE LA MITIGACIÓN NO ENERGÉTICA

### *Base de datos e Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero*

1. El acceso a los datos todavía constituye una barrera importante a ser superada en la realización de estudios a nivel país, así como la confiabilidad de los mismos.
2. La sistematización y la interconexión entre autoridades que manejan información semejante o del mismo ámbito, en este caso el ambiental, es una necesidad a efectos de simplificar la tarea y evitar duplicidad en las acciones que encarecen la operatividad de los mismos reduciendo eficiencia y eficacia.
3. Los vacíos y carencias de información en el ámbito ambiental deben ser correctamente detectados, y encaminados a las instancias en cuyas competencias legales recaigan.
4. El fortalecimiento institucional de la autoridad ambiental del país es una necesidad que no puede ser postergada.
5. Con respecto a los inventarios de gases de efecto invernadero, si bien Paraguay ha cumplido con la elaboración de los tres inventarios estipulados por el IPCC (año base 1990, 1994 y 2000), lo cual ha representado un ejercicio y esfuerzo importante para el país, la información contenida en los mismos, se presenta en ocasiones poco consistente entre inventarios y entre sectores; ó se registran vacíos por falta de datos que han dificultado el cálculo, que hacen que los mismos sean poco útiles al momento de comparar el comportamiento temporal de las emisiones, recortándose una herramienta valiosa y utilizada a nivel mundial, para presagiar el comportamiento que podría seguir la economía nacional de mantener las condiciones actuales, y que influyen en la situación del clima nacional y global.
6. Sin embargo y a pesar de estas limitantes, y siendo el Paraguay un país poco intensivo en tecnología contaminante, su contribución en la generación regional de gases de efecto invernadero, es muy baja.
7. Independiente a las cifras finales y entre inventarios, el sector Cambio de Uso de la Tierra/Silvicultura, merece especial atención desde el punto de vista de las políticas que se adopten para revertir la situación de destrucción/incremento de sumideros, pues se constituye en la principal fuente de emisión de CO<sub>2</sub> del país.
8. El sector que demuestra mayor potencial para la incorporación de tecnología amigable con el medio y en consecuencia incrementar las posibilidades de reducción de GEI, constituye el Industrial, que es aún artesanal y de mediano porte, y no intensivas en la utilización de materia prima contaminante.

### *El escenario de Línea Base y Tendencial*

9. Con relación al sector desperdicios, se observa que Paraguay posee una de las mayores tasas de generación de desechos sólidos per. cápita de la región (1,034 Kg/hab/día, que incluso llega a 1,300 kg/hab/día). Considerando el crecimiento poblacional de Paraguay, calculado a tasas iniciales de 2,5%, se espera que la generación de desechos sólidos urbanos en el año 2100 llegue para a 5.540.338 toneladas en tanto la población urbana llegaría a 10.000.610 habitantes. La tasa de incremento de los desechos sólidos esperada es de 5,5% cada diez años.
10. Con respecto a los bosques, y para la región Oriental del país, atendiendo a la tasa de deforestación vigente con anterioridad a la prohibición de transformación del suelo, se espera que de no introducirse incentivos tanto económicos como no económicos así como mayor eficiencia de control por parte de las autoridades, podría volverse a tasas de deforestación existentes antes de la prohibición de cambio de uso del suelo. Bajo este escenario, la cobertura boscosa de la región oriental podría desaparecer en el año 2030; en tanto para la región Occidental o Chaco asumiendo el efectivo cumplimiento

de la normativa que estipula el mantenimiento del 25% de la cobertura de bosque, debería conservarse unas 4 millones de hectáreas, sin embargo de persistir las tasas de deforestación de 0,5% y de no se introducirse medidas restrictivas sobre la explotación, la cobertura boscosa se reduciría en el 2100 prácticamente en un 70%, sobre la base que la cobertura boscosa en el año 2002 representó el 65% de la superficie de la región Occidental. En tanto si las tasas de deforestación llegan a niveles registrados en la región oriental, promediando las 200.000 hectáreas al año, la cobertura boscosa chaqueña podría perderse en 60 años.

11. Con relación a las reforestaciones y forestaciones, de mantenerse la tasa que se ha dado en diez y siete años, llegaría a las 500 mil hectáreas en el año 2100, cifra baja con respecto a la cantidad deforestada durante los últimos años.
12. Con respecto a las emisiones, el sector cambio de uso de la tierra aportó a la atmósfera, en el escenario base (año 2002) 37.664.875 toneladas de CO<sub>2</sub> en tanto el sector desperdicios cuyo año base es el 2000, aportó el equivalente a CO<sub>2</sub> de 2.829.000 toneladas.

#### *Escenario de Mitigación*

13. Paraguay debe centrar las medidas de mitigación, en el sector cambio de uso de suelo/silvicultura, fuente de las mayores emisiones de CO<sub>2</sub> del país, así como de mayor impacto en alteración y pérdida de la biodiversidad y alteración de las condiciones de vida de la población local y global.
14. Las actuales iniciativas de mitigación impulsadas en este sector (cambio de uso del suelo/silvicultura) si bien constituyen un mecanismo extremo, como lo es la prohibición de cambio de uso, no son eficaces de manera permanente debiendo ser introducidas medidas e incentivos alternativos y/o complementarios a esta prohibición. Sin embargo el grado de deterioro de la masa forestal, no deja márgenes de acciones parciales siendo los beneficios de la medida de Deforestación evitada impulsada por la Ley 2524/04, y sus prórrogas, altamente eficiente, pues logró reducir las altas tasas de deforestación vigentes hasta el año 2004, en mas del 80%.
15. Las medidas de mitigación propuestas en el sector cambio de uso de la tierra si bien ambiciosas pues pretenden remover o adsorber prácticamente el 70 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> en un horizonte de tiempo máximo de 50 años, deben ser implementadas sin postergación a fin de recomponer el ecosistema degradado y la pérdida de hábitat de las especies como consecuencia del uso poco racional al que fue sometido el bosque durante las ultimas décadas y a efectos de preservar los últimos reliptos boscosos que posee el Paraguay.
16. Con la implementación de las medidas en el sector desperdicios, la cantidad equivalente de CO<sub>2</sub> que se lograría evitar emitir representaría 13, 25% de las emisiones del año base es decir 375.000 toneladas de CO<sub>2</sub>. El costo de implementación de medidas tendientes a la captura y tratamiento de gases d efecto invernadero en el sector desperdicios resulta muy alto por lo cual se considera que los países en vías de desarrollo como el Paraguay, deben enfatizar en medidas tendientes a la gestión racional de los residuos sólidos tales como el reciclado, la disminución de la generación y la selección y clasificación de los residuos sólidos domiciliarios en origen.
17. Con respecto a las barreras para la implementación de las medidas, las principales son las de carácter institucional y social seguidas de las técnicas y financieras.

#### *Recomendaciones*

18. Revisión de los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Paraguay a efectos de obtener valores comparables.

19. Sistematización y análisis de datos considerando el ámbito y rol de las instituciones involucradas en la temática ambiental de modo a hacer disponibles cuando éstos sean requeridos.
20. Fortalecer la capacidad técnica de los profesionales que trabajan en el sector ambiental especialmente en cambio climático con respecto a los modelos, simulaciones y tendencias climáticas.
21. Poseer monitoreos y registros sistemáticos y unificados que eviten o reduzcan las incertidumbres de los análisis técnicos.
22. Poner en práctica mecanismos que permitan que los propietarios de bosques sigan conservando la masa boscosa sin los mecanismos de comando y control. Para ello, los incentivos ambientales, la seguridad jurídica, el *enforcement* en el cumplimiento de las normativas así como el fortalecimiento de la autoridad ambiental juegan un rol preponderante.
23. Disponibilizar de una Base de datos de Profesionales contemplando la experiencia en el tema del cambio climático.

## BIBLIOGRAFÍA

ACURIO, G; A. ROSSIN; P. F. TEXEIRA; F. ZEPEDA. 1998. Diagnóstico de la situación del manejo de Residuos Sólidos municipales en América Latina y el Caribe. BID/OPS. Serie Ambiental N° 18. 148 pp.

AMARILLA, S. M; J. D. GONZÁLEZ. 2008. Estudio de Valoración Económica de Ecosistemas Forestales de la Región Oriental del Paraguay. Programa Nacional de Cambio Climático. Instituto de Derecho y Economía Ambiental. SEAM. 2009.

Documento de la Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de Cambio Climático. Documento Preliminar

OPS. 2001. Análisis sectorial de Residuos Sólidos en Paraguay. OPS/OMS. 246 pp.

ORCCOSUPA, J. 2002. Relación entre la producción per capita de residuos domésticos y factores socioeconómicos. Tesis para Magíster en Gestión y Planificación Ambiental. Universidad de Chile.

SSERNMA/DOA-NNUU/UNITAR, 2001. Primera Comunicación Nacional

SEAM/PNUMA/Municipalidad de Asunción. 2008. Perspectivas del Medio Ambiente Urbano. GEO Asunción del Paraguay.

PNUD. 2007. Cambio Climático: riesgos, vulnerabilidad y desafíos de adaptación en el Paraguay.

LIMA MORRA R. A. 1996. Situación de los Residuos Sólidos en La Republica del Paraguay. Consultora Técnica de Ingeniería S.A. – CONTECSA .Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Católica, disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03231e16.pdf>

CONTECSA. 2000. Diagnóstico Preliminar del Análisis Sectorial de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay en el 2000.

FORESTA SRL, 2000. Inventario de Gases de Efecto Invernadero 1994.

DIRECCIÓN DE CENSOS Y ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS-MAG. 2008. Datos Preliminares del Censo Agropecuario Nacional 2008.

BCP. 2007. Sistemas de Cuentas Nacionales

ENDESA. 2008. Diagnostico, perspectivas y lineamientos para definir estrategias posibles ante el cambio climático. Estudios de Colombia, Perú, Chile, Brazil, Argentina.

GONZÁLEZ. R. s/f. Estudio de Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina. Documento de trabajo. Informe Nacional. Paraguay. FAO. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/j3292s/j3292s00.h>

KANNINEN. M. 2000. Secuestro de carbono en bosques: el papel de los bosques en el ciclo global de carbono. II Conferencia electrónica. (FAO/CIPAV). Disponible en <http://lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/articulovb>.

MAG-PNUD-BM.1997. Plan Estratégico de Desarrollo Agro-Rural. Asunción.

CAUSARANO, H. 1997 EN YORE, M. 2000. El problema de la deforestación. Su evolución. En: *Las políticas referidas al medio ambiente*.

SEAM/PNUD/GEF. 2007. Estrategia Nacional y Plan de Acción para la Conservación de la Biodiversidad del Paraguay 2004-2009. 3ª. Ed

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUÍA. 2004. Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Regional del Valle de Aburra. Colombia. Convenio 325/2004

WWF. 2003. Moratoria a la Conversión del Bosque en la Región Oriental de Paraguay. Asunción-Paraguay  
[http://www.wwf.org.py/lineas\\_accion/gis/monitoreo\\_de\\_la\\_deforestacion/](http://www.wwf.org.py/lineas_accion/gis/monitoreo_de_la_deforestacion/)

FAO (s/f). Estudio de Tendencias y Perspectivas del sector forestal en América Latina. Informe de la Subregión del Cono Sur. Documento de Trabajo N° 52. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/009/j7507s/j7507s00.HTM> (Visitado 29/06/09)

VON BERNARD, H; VILARINO, V; PIÑEIRO, G. 2007. Emisión teórica de metano en tres sistemas de invernada para engorda de ganado en Argentina. Revista Cien. Inv. Agr. 34 (2):121-129, 200. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-202007000200005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-202007000200005&script=sci_arttext) [Visitado 20 julio 2009]

<http://www.iica.org.py/observatorio/producto-paraguay-forestal-valor.htm>  
- 38KB. [Visitado el 6 de julio 2009].

<http://www.enerpy.com.py/index.php?seccion=productos>. Visitado [28 junio 2009]

[http://www.mca.gov.py/noticias/290409\\_10.htm](http://www.mca.gov.py/noticias/290409_10.htm) Información actualizada el 04.05.09.  
[Visitado el 1 julio 2009]

XI Congreso Forestal Mundial. 1997. Antalya, Turquía. 13 al 22 octubre. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/publi/V4/T24S/1-4.HTM>

## ANEXO

### CÁLCULO DE COSTO DE ABATIMIENTO DE CO<sub>2</sub>

#### 1. Deforestación evitada

- Ingreso dejado de percibir por ha: 1.554.144 G
- Cantidad de has/ madera no vendida: 980.097 has (a)
- Ingreso por hectárea: 311 Dólares (b)
- Costo total : (a) x (b) : 304.810.167 millones de Dólares americanos

#### 2. Incentivos económicos. Pago por servicios ambientales

- Cantidad de hectáreas en el régimen: 232.761,24 (a)
- Pago por ha: 873.984,65 G (b) ( aprox. 175 Dólares/hectárea)
- Costo total: (a) x(b)= 40.733.217 millones dólares americanos
- Tasa de cambio: 1 Dólar americano= 5.000 Guaraníes

#### 3. Campañas masivas de reforestación

- Cantidad de hectáreas reforestadas: 565.000 (a)
- Costo por hectárea: 532 Dólares americanos (b)
- Costo total: (a)x(b) = 300 millones Dólares americanos

#### 4. Reforestación en comunidades de bajos ingresos

- Cantidad de hectáreas reforestadas: 284 (a)
- Costo por ha: 532 Dólares americanos (sin bonificación del 75% del costo) (b)
- Costo total: (a)x(b)= 151,088 Dólares americanos

#### 5. Reactor de materia orgánica

- Costo de cada reactor: 3,5 millones de Dólares (a)
- Cantidad de reactor a instalar: 10 (b)
- Costo total (a)x(b) = 35 millones de Dólares americanos

## MATRIZ DE BARRERAS PARA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS

Matriz de Compatibilidad de medidas con los planes políticos e instrumentos nacionales

	Planes sectoriales	Legislación	Compromisos Internacionales	Índice de compatibilidad (Ic)
Medida 1				
Medida n....				

Escala de Niveles de compatibilidad

Nivel de compatibilidad	Valor
Alto	3
Medio	2
Bajo	1
No hay compatibilidad	0

Para el índice de compatibilidad se considera la siguiente relación

$$Ic = W1 * P + W2 * L + W3 * C$$

Donde,

W es el peso que se asigna a cada categoría, y cuyos valores son:

Peso de cada componente

Programas sectoriales	W1	0.1	0,6 ~ 1,0	Bajo
Legislación	W2	0.2	1,1 ~ 1,4	Medio
Compromisos Internac.	W3	0.3	1,5 ~ 1,8	Alto

Incidencia de barreras	Escala
Ninguna	0
Baja (irrelevante)	1
Media	2
Alta	3

Finalmente se halla el Índice Promedio de barreras (IpB) se obtiene mediante promedio simple de todas las categorías de barreras.

Barreras para la implementación de mitigación

Barreras		Técnicas			Institucionales				Financieras			Sociales			
Sector	Medida 1	Disponibilidad y acceso a	Conocimiento	Infraestructura	Capac. técnica interna	Coord. interinstitucional	Conf. func. interinstitucional	Capac. organizativa	Cap.de inversión	Costo/benef	Sin autofinanciación	Conflicto de intereses	Educación/con acceso a	Tarifas	Competitividad
Forestal	Proyecto MDL														
Desperdicios															
IpB															