

# Inventario Nacional Emisiones de Dioxinas y Furanos

Marzo, 2008





### **Director Nacional del Proyecto**

Arq. Carlos Antonio López Dose

### **Coordinador Nacional del Proyecto**

Ing. Luis Eduardo Molinas Belén

### **Unidad de Coordinación del Proyecto**

Ing. Guillermo Ale Pineda Atet

Ing. Patricia Sacco Calvo

Lic. Néstor Vicente Paredes Fernández

Ing. Ana Ilse Jiménez Steppuhn

Lic. Mariángeles Luján Samaniego Porro

Lic. Carlos Osmar Rodríguez Acosta

### **Consultor contratado**

Ing. Manuel Núñez



## SIGLAS y ABREVIACIONES

ACEPAR	ACEROS DEL PARAGUAY
ANDE	ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ENERGIA ELECTRICA
CBVP	CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DEL PARAGUAY
COP	CONTAMINANTES ORGANICOS PERSISTENTES
COPACO	COMPAÑÍA PARAGUAYA DE COMUNICACIONES
DDV	DIRECCIÓN DE DEFENSA VEGETAL
EQT	EQUIVALENTE DE TOXICIDAD
ESSAP	EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DEL PARAGUAY
FET	FACTORES DE EQUIVALENCIA DE TOXICIDAD
GLP	GAS LICUADO DE PETROLEO
INC	INDUSTRIA NACIONAL DEL CEMENTO
MAG	MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MOPC	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES
MSP y BS	MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y BIENESTAR SOCIAL
PCB	POLICLORUROS BIFENILOS
PCDD	DIBENZO PARA DIOXINAS POLICLORADAS
PCDF	DIBENZO FURANOS POLICLORADOS
PETROPAR	PETROLEOS DEL PARAGUAY
PIB	PRODUCTO INTERNO BRUTO
PNUMA	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE
UIP	UNION INDUSTRIAL DEL PARAGUAY



## INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	13
3. ANÁLISIS POR CATEGORÍA.....	23
4. RESUMEN DE RESULTADOS.....	45
5. CONCLUSIONES.....	49
6. RECOMENDACIONES.....	53



# 1. INTRODUCCIÓN



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el Inventario Actualizado Normalizado de Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos en Paraguay, realizado en el marco del Proyecto Plan Nacional de Implementación de Convenio de Estocolmo, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el Fondo Mundial para el Medio Ambiente y la Secretaría del Ambiente.

El mismo consiste en la identificación de fuentes y cuantificación de emisiones de dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos policlorados (PCDD / PCDF).

Para la elaboración del informe se recopilaron y procesaron datos correspondientes al año 2005 desde marzo a agosto del 2006. La metodología aplicada esta basada en el “Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos”, publicado en diciembre de 2005 por PNUMA – Productos Químicos, dentro del marco del Programa Institucional para el Manejo Adecuado de los Productos Químicos.

Mediante el uso del Instrumental se identificaron las principales actividades generadoras de PCDD / PCDF agrupándolas de acuerdo a las directrices recomendadas en el mismo, y finalmente se cuantificaron las liberaciones utilizando la base de datos sobre factores de emisión brindadas.

### La organización del documento comprende las siguientes secciones:

- Objetivos
- Metodología utilizada para la organización e implementación del trabajo
- Análisis por categorías
- Resumen de resultados
- Conclusiones y Recomendaciones
- Anexos

El Convenio de Estocolmo; sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP) ratificado por Ley 2.333 del 6 de Enero de 2004 por Paraguay, establece para las emisiones no intencionales de PCDD / PCDF a partir de procesos técnicos que las partes deben reducir liberaciones de estos subproductos de fuentes antropogénicas, con la meta de reducir al mínimo éstas emisiones y en algunos casos en el tiempo eliminarlas definitivamente. La actualización periódica del inventario constituye una herramienta útil como indicador de las medidas generales de prevención relativas a las mejores técnicas disponibles y a las mejores prácticas ambientales con respecto a las emisiones, implementándose de acuerdo a los compromisos internacionales asumidos por el país.

#### 1.1 Objetivos

- Determinar las fuentes principales generadoras de dibenzo-p-dioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados (PCDD / PCDF) en el territorio nacional
- Cuantificar en lo posible la magnitud de las mismas utilizando la base de datos “Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos”, a fin de proteger la salud de la población y el medio ambiente
- Establecer la base para priorizar las fuentes más importantes para la aplicación de BAT/BEP y desarrollar el plan de acción para Dioxinas y Furanos



## 2. METODOLOGÍA DE TRABAJO



## 2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La elaboración del Inventario Nacional en Paraguay se inicia con el primer Taller Subregional de Iniciación del Proyecto “Toolkit en América del Sur y Caribe” (Diciembre 2002) y el Taller de Iniciación para el Inventario Nacional de dioxinas y furanos (Junio 2003), ambos celebrados en Asunción.

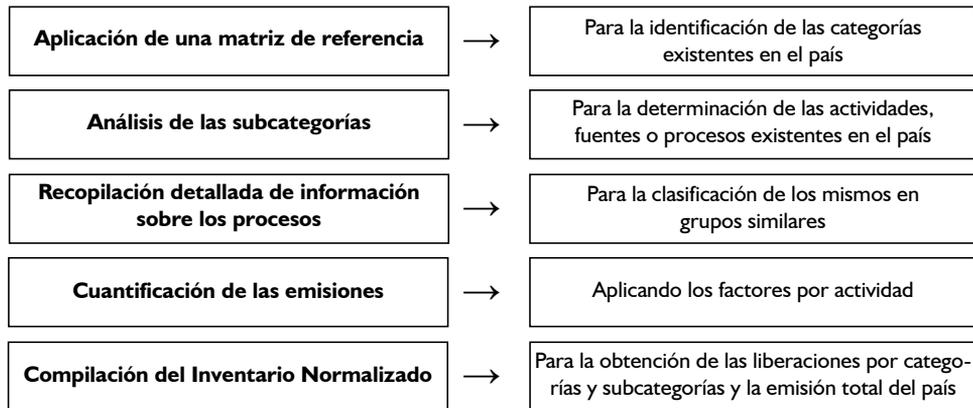
Durante el mes de Marzo de 2006 se conformó el equipo técnico encargado de la realización del Inventario para lo cual se optó por la contratación de un consultor externo, contando con el apoyo de la Unidad de Coordinación Técnica del Proyecto y del Subcomité de Dioxinas y Furanos del Comité Nacional de Coordinación.

La metodología aplicada se fundamenta en el “Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos”, preparado por la División Productos Químicos (Ginebra, Suiza), como parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En este se agrupan todas aquellas actividades generadoras de emisiones de dioxinas y furanos, las cuales se clasifican en categorías y subcategorías.

El Instrumental provee los factores de emisión normalizados para el cálculo de cada una de las actividades contempladas, presentándose finalmente las emisiones en gramos de equivalentes de toxicidad (EQT) por año. La ecuación básica aplicada es como sigue:

$$\text{Emisión de dioxina (anual)} = \text{factor de emisión} \times \text{cantidad de material procesado o producido}$$

La metodología aplicada consta de 5 etapas conforme al siguiente esquema:



## 2.1 Aplicación de una matriz de referencia

En base al Instrumental Normalizado, se definen 10 categorías para clasificar las fuentes de emisiones sobre las cuales se relacionan los distintos tipos de procesos o actividades generadoras. A continuación en la tabla, se presentan a cada una de las principales categorías según las incidencias que tienen en las diferentes vías.

N°	Principales categorías de fuentes	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	Incineración de desechos	X				X
2	Producción de metales ferrosos y no ferrosos	X				X
3	Generación de energía y calor	X		X		X
4	Producción de productos minerales	X				X
5	Transporte	X				
6	Procesos de quema a cielo abierto	X	X	X		X
7	Producción y usode sustancias químicas y bienes de consumo	X	X		X	X
8	Varios	X	X	X	X	X
9	Disposición final	X	X	X		X
10	Identificación de posibles puntos calientes	Registro probable que irá seguido solamente de una evaluación específica de l sitio				

## 2.2 Análisis de las subcategorías

Bajo la categoría de “Incineración de Desechos”, se engloban aquellas actividades en las que se eliminan los residuos sólidos mediante la incineración en sistemas cerrados utilizados para el tratamiento. La siguiente tabla contiene las subcategorías en las que se aplican las mencionadas actividades, de cuyas emisiones principalmente son emitidas a la atmósfera y como residuos.

N°	Categorías y subcategorías principales	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	<b>Incineración de desechos</b>	X				X
	a Incineración de desechos sólidos municipales	X	x			x
	b Incineración de desechos peligrosos	X	x			x
	c Incineración de desechos médicos	X	x			x
	d Incineración de desechos de fragmentación, fracción ligera	X				x
	e Incineración de lodos cloacales	X	X			x
	f Incineración de maderas de desecho y biomasa de desecho	X				x
	g Combustión de cadáveres de animales	X				x

La categoría de “Producción de Metales Ferrosos y No Ferrosos”, incluyen procesos que principalmente son térmicos y que así como en la categoría anteriormente citada, en ésta las emisiones tienen mayor incidencia en la atmósfera y como residuos.

N°	Categorías y subcategorías principales	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
2	<b>Producción de metales ferrosos y no ferrosos</b>	X				X
a	Sinterización de metal de hierro	X				x
b	Producción de coque	X	x	x	x	x
c	Producción y fundición de hierro y acero	X				x
d	Producción de cobre	X				x
e	Producción de aluminio	X				x
f	Producción de plomo	X				x
g	Producción de zinc	X				x
h	Producción de latón y bronce	X				x
i	Producción de magnesio	x	x			x
j	Producción de otros metales no ferrosos	x	x			x
k	Fragmentadoras	X				x
l	Recuperación térmica de cables	X	(x)	x		x

En la categoría principal 3 de “Generación de Energía y Calefacción”, se incluyen aquellos procesos de combustión con combustibles fósiles y biomasa, los cuales liberan las dioxinas y furanos a la atmósfera a través de los gases de salida y en los residuos de las cenizas.

N°	Categorías y subcategorías principales	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
3	<b>Generación de energía y calor</b>	x		(x)		X
a	Plantas de generación de energía por combustibles fósiles	x				x
b	Plantas de generación de energía por biomasa	x				x
c	RelLENOS / Botaderos, basurales, combustión de biogás	x				x
d	Cocinas y calefacción doméstica (biomasa)	x		(x)		X
e	Calefacción doméstica (combustibles fósiles)	x		(x)		X

En la categoría de “Producción de Minerales”, se evalúan actividades de elevada temperatura en procesos de fabricación de productos minerales como cemento, vidrio, etc. En general, por causa de las temperaturas altas y los largos tiempos de residencia, la probabilidad de generación de PCDD/PCDF es baja. Además existe la posibilidad de la coincineración de desechos en dichos procesos. Las emisiones son principalmente a través de la atmósfera y en los residuos.

Nº	Categorías y subcategorías principales	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
4	<b>Producción de productos minerales</b>	X				X
	a Producción de cemento	X				x
	b Producción de cal	X				x
	c Producción de ladrillos	X				x
	d Producción de vidrio	X				x
	e Producción de cerámica	X				x
	f Mezcla de asfalto	X			x	x
	g Pirolisis de esquisto bituminoso	X				x

En la categoría de “Transporte”, las emisiones se deben a los procesos de combustión de los diversos tipos de motores, con combustibles como naftas con y sin plomo, gasoil y aceites pesados que principalmente se liberan a la atmósfera.

Nº	Categorías y subcategorías principales	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
5	<b>Transporte</b>	X				
	a Motores de 4 tiempos	X				
	b Motores de 2 tiempos	X				
	c Motores diesel	X				(x)
	d Motores de aceite pesado	X				(x)

La categoría principal 6 de los “Procesos de Combustión Incontrolados”, puede ser una de las fuentes de emisiones de PCDD/PCDF más importantes a la atmósfera debido que en la misma se incluyen incendios y quema de desechos. Las demás emisiones pueden ser liberadas en suelo, agua y como residuo.

Nº	Categorías y subcategorías principales	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
6	<b>Procesos de quema a cielo abierto</b>	X				X
	a Quema de biomasa	X	(x)	X		(x)
	b Quema de desechos e incendios accidentales	X	(x)	X		(X)

La categoría principal 7 “Producción y Uso de Sustancias Químicas y Bienes de Consumo”, agrupa procesos de producción donde tanto la materia prima como los procesos productivos pueden ser fuentes de emisión de PCDD/PCDF. Las emisiones principalmente son liberadas a la atmósfera, al agua y como producto y residuo.

Nº	Categorías y subcategorías principales	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
7	<b>Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo</b>	X	X		X	X
a	Producción de pasta/ pulpa y papel	x	X		x	X
b	Industria química	x	x	(x)	X	X
c	Industria del petróleo	x				x
d	Producción textil		x		x	
e	Refinado de cuero		x		x	

En la categorías principal 8 “Varios”, se establecen subcategorías como el del proceso de desecado, en donde la formación de PCDD/PCDF se debe principalmente a la exposición de residuos orgánicos (fenoles y otros hidrocarburos) a los gases calientes, como el desecado de biomasa. También se incluyen en este grupo el proceso de limpieza en seco y consumo de tabaco. Las emisiones son principalmente liberadas a la atmósfera y como productos y residuos.

Nº	Categorías y subcategorías principales	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
8	<b>Varios</b>	X	X	X	X	X
a	Desecado de biomasa	x			x	
b	Cremaorios	x				X
c	Ahumaderos	x			x	X
d	Limpieza en seco		x		x	x
e	Humo de tabaco	x				

Esta categoría de “Disposición final”, se diferencia de las anteriores debido a que, son procesos de tratamiento de desechos sin intervención de actividades térmicas o de combustión, pero que de igual modo tienen su importancia principalmente por las emisiones de PCDD/PCDF en por las vías de agua y suelo.

Nº	Categorías y subcategorías principales	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
9	<b>Disposición final</b>		X	X		X
a	Rellenamientos y vaciaderos a cielo abierto		X			
b	Cloacas / tratamientos cloacales	(x)	X	x	X	x
c	Vertidos a aguas abiertas		X			
d	Compostado			x	X	
e	Tratamiento de desechos de aceite (no térmico)	x	X	x	X	x

La “Identificación de Puntos Calientes”, surge a consecuencia de la anterior categoría relacionada a la inadecuada evacuación y/o disposición final de los materiales contaminantes, se considera que en estos casos los PCDD/PCDF pueden estar produciéndose o presentarse como un problema a corto o largo plazo.

Nº	Categorías y subcategorías principales	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
10	<b>Identificación de posibles puntos calientes</b>	Registro probable que irá seguido solamente de una evaluación específica del sitio				
a	Sitios de producción de sustancias orgánicas cloradas			X		
b	Sitios de producción de cloro			X		
c	Sitios de preparación de fenoles clorados			X		
d	Sitios de aplicación de fenoles clorados	x	X	x	x	
e	Sitios de fabricación y tratamiento de madera		X	X	x	x
f	Transformadores y capacitores con PCB				x	x
g	Vaciaderos de desechos / residuos de las categorías 1-9	x	X	X		x
h	Sitios de accidentes importantes		X	x		x
i	Dragado de sedimentos					x
j	Sitios de arcilla caolinítica o plástica			x		

### 2.3 Recoilación detallada de información sobre los procesos

Se identificaron organizaciones y entidades de referencia para la consulta de datos (gubernamentales y no gubernamentales).

Se reunieron los datos específicos de los procesos, aplicándose los conceptos de magnitudes, escalas, tecnologías a las cuales sean asignados los factores de emisión normalizados, de tal manera a obtener informaciones adecuadas y evaluables para cada categoría y subcategoría.

En algunos casos se presentó escasez de información, por lo que fue necesario recurrir a estimaciones en base a la realidad local y los recursos disponibles.

Se realizaron viajes a diferentes municipios a fin de conocer acerca de la gestión de residuos sólidos urbanos. Para los procesos y actividades industriales se contó con la participación de la Unión Industrial Paraguaya y en algunos casos las Industrias de mayor volumen fueron visitadas (ACEPAR, INC).

### 2.4 Cuantificación de las emisiones

Para evaluar la toxicidad de las dioxinas y furanos se utiliza el concepto de los Factores de Equivalencia de Toxicidad (FET). Cada congénere tiene un FET basado en su capacidad específica de provocar los efectos de las dioxinas. El congénere 2,3,7,8-tetracloro dibenzo p-dioxina es el congénere más tóxico y a éste se le asigna un FET de 1. A otros congéneres se les asigna fracciones de 1. El Equivalente de Toxicidad (EQT) es la suma de las concentraciones de PCDD/PCDF multiplicado por sus FET específicos.

La emisión anual de PCDD/PCDF se expresa en gramos de Equivalentes de Toxicidad (EQT) por año. Para cada fuente se calcula la emisión en base a la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones de dioxinas por año} = \text{factor de emisión} \times \text{tasa de actividad}$$

Factor de emisión: se calcula para cada proceso, y varía conforme al tipo de actividad y tecnología empleada, se determinan para cada medio (aire, agua, suelo, producto y residuo). Expresado en masa de EQT/ cantidad de material procesado o unidad de material procesado o producto producido.

Tasa de actividad: cantidad de material procesado unidad de material procesado o producto producido por año.

Los factores de emisión utilizados son los recomendados por el “Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos” preparado por la División Productos Químicos, PNUMA.

## 2.5 Compilación del Inventario normalizado

Con el cálculo para cada subcategoría existente en el país se precedió a realizar la compilación del Inventario, dando como resultado las emisiones anuales de todas y cada una de las categorías y subcategorías de las fuentes consultadas y evaluadas.

Finalmente, las emisiones de las primeras nueve categorías principales de fuentes generadoras de dioxinas y furanos se suman y se obtiene el resultado final del Inventario Nacional, es decir el total estimado de las liberaciones a partir de todas las fuentes identificadas y cuantificadas en el país.



### 3. ANALISIS POR CATEGORÍA



### 3. ANÁLISIS POR CATEGORÍA

#### 3.1 Categoría Principal 1

##### Incineración de desechos

##### a) Incineración de desechos sólidos municipales

Esta actividad no se realiza en el país.

##### b) Incineración de desechos peligrosos

Esta actividad se realiza con la incineración de residuos peligrosos, específicamente envases vacíos y averiados de plaguicidas, en la planta industrial de CHEMTEC, formuladora de agroquímicos para su uso agropecuario, con una cantidad de 18 t/año.

Clasificación	Factores de emisión (µg EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Combustión de baja tecnología, sin sistema de CCA	35.000				9.000
Actividad anual (t/año)	Emisión anual (mg EQT/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
18	630				162

##### c) Incineración de desechos médicos

En el territorio nacional opera una planta incineradora para los residuos hospitalarios generados en la Ciudad de Asunción y tres hornos incineradores en las colonias chaqueñas: Filadelfia, Neuland y Loma Plata.

Para el tratamiento de los desechos generados en hospitales de Asunción se cuenta con diez incineradores de una capacidad de 40 kg/h cada uno.

Los hornos incineradores utilizados en las colonias chaqueñas tienen cada uno una capacidad de 20 kg/h.

Dentro del Hospital Distrital de Pilar, se halla en funcionamiento un incinerador una capacidad de 20 kg/h, de las mismas características técnicas que cuentan los hospitales privados ubicados en el Chaco Central.

Además tenemos un equipo incinerador tipo parrilla de una cámara de combustión instalados dentro del predio del hospital TESAI, de Ciudad del Este y otro instalado dentro del predio del Hospital Materno Infantil ubicado en la localidad de San Lorenzo, con una capacidad de 200kg/h.

La cantidad de desechos incinerados procedentes de Asunción son 1.440 t/año, mientras que en el Chaco se incineran 108 t/año, dentro del Hospital Distrital de Pilar se tratan un total de 72 t/año, mientras que en el Hospital Materno Infantil se incineran un total de 180 t/año y en el Hospital Tesai, se tratan 252 t/año.

De los cuales los incineradores evaluados ubicados dentro del hospital Nacional de Itaugua, que tratan los residuos generados en Centros Asistenciales de Salud, ubicados en Asunción al igual del equipo ubicado en el Hospital Tesai, son considerados equipos con Combustión no Controlada del Tipo de Lotes, sin Sistema de CCA.

Los demás conforme a la evaluación realizada se enmarcan dentro de la categoría de Combustión del tipo de Lotes, Controlada, sin CCA o CCA mínima

Obteniéndose un total de 1.692 t/año para los equipos con Combustión no Controlada del Tipo de Lotes, sin Sistema de CCA y un total de 360 t/año para los equipos identificados como de Combustión del tipo de Lotes, Controlada, sin CCA o CCA mínima

Para calcular las emisiones se consideran combustiones de tipo "batch" sin CCA y combustión no controlada de tipo "batch" sin sistema de CCA, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión (µg EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Combustión no controlada de tipo "batch", sin sistema de CCA	40.000				200
Combustión de tipo "batch", controlada, sin CCA o CCA mínima	3.000				20
Actividad anual (t/año)	Emisión anual (mg EQT/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1.692	67.680				338,4
360	1.080				7,2
<b>Total</b>	<b>68.760</b>				<b>345,6</b>

**d) Incineración de desechos de fragmentación, fracción ligera**

Esta actividad no se realiza en el país.

**e) Incineración de lodos cloacales**

Esta actividad no se realiza en el país.

**f) Incineración de maderas de desecho y biomasa de desecho**

Esta actividad no se realiza en el país.

**g) Combustión de cadáveres de animales**

La cantidad de cadáveres de animales quemados es de 7,5 t/año. La combustión de los mismos se realiza dentro de las instalaciones del Centro Antirrábico Nacional.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación hornos antiguos que funcionan en "batch", sin CCA, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Hornos antiguos que funcionan en "batch", sin equipo de CCA	500				
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual (t/año)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
7,5	3,75				

### 3.2 Categoría Principal 2

#### Producción de metales ferrosos y no ferrosos

##### a) Sinterización del mineral de hierro

Esta actividad no se realiza en el país.

##### b) Producción de coque - carbón vegetal

La producción de carbón vegetal para uso doméstico es de 282.209 t/año y para uso industrial es de 314.424 t/año, dando una producción total de 596.633 t/año.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación sin limpieza de gas, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Sin limpieza del gas	3	0,06			
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual (t/año)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
596.633	1.789,89	35,79			

**c) Plantas de producción de hierro y acero**

La producción de acero a nivel nacional se realiza en la Planta Industrial ACEPAR (Aceros del Paraguay) y es de 104.818 t/año.

La materia prima utilizada es mineral de hierro virgen, la Planta utiliza altos hornos con sistema de CCA basado en ciclones y sistema de lavado de gases tipo Bishop.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación altos hornos con CCA, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión (µg EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Altos hornos con CCA	0,01				
Actividad anual (t/año)	Emisión anual (mg EQT/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
104.818	1,048				

**d) Producción de cobre**

Esta actividad no se realiza en el país.

**e) Producción de aluminio**

Esta actividad no se realiza en el país.

**f) Producción de plomo**

Esta actividad no se realiza en el país.

**g) Producción de zinc**

Esta actividad no se realiza en el país.

**h) Producción de latón y bronce**

Esta actividad no se realiza en el país.

**i) Producción de magnesio**

Esta actividad no se realiza en el país.

**j) Producción de otros metales no ferrosos**

Esta actividad no se realiza en el país.

**k) Fragmentadoras**

Esta actividad no se realiza en el país.

**l) Recuperación térmica de cables**

Se tiene conocimiento de que la actividad se realiza en el país en pequeña escala, pero la cuantificación del mismo solo podemos deducir las cantidades que se queman en áreas cercanas al Relleno Sanitario Cateura, generadas por trabajadores informales o gancheros, con una cantidad de 16,2t/año.

Clasificación	Factores de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Quema de cable a cielo abierto	5.000				
Actividad anual (t/año)	Emisión anual (mg EQT/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
16,2	81				

**3.3 Categoría Principal 3****Generación de energía y calor**

En el Paraguay, la energía eléctrica consumida se obtiene de dos grandes hidroeléctricas concentradas en aguas del río Paraná, dando como resultado la energía limpia. Por otro lado, las grandes calderas utilizadas en el país generan vapor para procesos industriales y/o de servicios, utilizando como combustibles principalmente la leña, el gas y el carbón vegetal; no se utilizan grandes calderas para generar calefacción.

**a) Centrales de energía de combustibles fósiles**

Esta actividad no se realiza en el país.

**b) Centrales de energía de biomasa**

Esta actividad no se realiza en el país.

**c) Combustión de gas proveniente de rellenos sanitarios / biogás**

Esta actividad no se realiza en el país.

**d) Calefacción y cocina doméstica con biomasa**

La cantidad de viviendas que utilizan leña para la calefacción y/o cocina es del 39,3% correspondiente a un total de 469.357 viviendas, con un consumo de leña calculado para el año 2005 igual a 2,3 t/ vivienda /año. Se tiene entonces un consumo de leña de 1.079.521 t/año equivalente a 18.350 TJ/año.

Por otra parte el consumo de carbón vegetal para calefacción y/o cocina es de un 11,2% dando un total de 160.327 viviendas en donde el consumo por vivienda es igual a 1,2 t / vivienda /año. Se tiene entonces un consumo total de 192.392 t/año equivalente a 3.271 TJ/año.

La cantidad total de ceniza estimada es de 83.263 t/año.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación estufas alimentadas por madera virgen / biomasa, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Factores de emisión (µg EQT/ TJ de biomasa y µg de EQT/t de ceniza)					
Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Estufas alimentadas por madera virgen / biomasa	100				10
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
21.621 TJ/año 83.263 t/año	2.162,1				832,63

#### e) Calefacción doméstica y cocina con combustibles fósiles

Para la cocina con combustibles fósiles se utiliza el gas GLP con un total de 598.698 viviendas y un consumo equivalente a 0,12 t/ vivienda /año, dando un consumo total de 718.438 t/año equivalente a 33.047 TJ.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación estufas de gas natural, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Factores de emisión (µg EQT/TJ)					
Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Estufas de gas natural	1,5				
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
(TJ/año) 33.047	49,57				

### 3.4 Categoría Principal 4

#### Producción de productos minerales

##### a) Producción de cemento

Para la producción de cemento se cuenta con una planta cementera ubicada en la Ciudad de Vallemí, con una producción de 600.000 t/año.

Para calcular las emisiones se consideran hornos húmedos, temperatura PES/FT <200 °C, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión (µg EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Hornos húmedos, PES/FT temperatura <200 °C	0,05				
Actividad anual (t/año)	Emisión anual (mg EQT/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
600.000	30				

##### b) Producción de cal:

La producción de cal se centra principalmente en las inmediaciones del Río Paraguay en la zona de los departamentos de Concepción y Alto Paraguay; a consecuencia de proximidades de canteras de caliza, con una producción de 36.316 t/año.

Para calcular las emisiones se consideran ciclones sin control de polvo, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión (µg EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Sin control de polvo	10				
Actividad anual (t/año)	Emisión anual (mg EQT/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
36.316	363,16				

### c) Producción de ladrillos

Esta actividad se realiza en forma informal en hornos artesanales ubicados en general en la zona central y sur de la Región Oriental, con una producción discontinua estimada en 3.200.000 unidades / mes, en promedio para el año 2005. El peso promedio del ladrillo es de 1,6 kg/unidad; teniendo una cantidad total de 38.400.000 de unidades obtenemos un total de 61.440 t/año.

Para calcular las emisiones se consideran ciclones sin control de polvo, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Sin control de polvo	0,2				
Actividad anual (t/año)	Emisión anual (mg EQT/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
61.440	12,28				

### d) Producción de vidrios

La producción de vidrios a nivel nacional se concentra en Asunción y la Gran Asunción siendo una de las principales la empresa Fábrica Paraguaya de Vidrios. La producción total es de 33.062 t/año.

Para calcular las emisiones se consideran ciclones sin control de polvo, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Sin control de polvo	0,2				
Actividad anual (t/año)	Emisión anual (mg EQT/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
33.062	6,61				

### e) Producción de cerámica

Conforme a los datos proporcionados por la Cámara de la Industria Cerámica se estima una producción de 1.871.100 t/año de cerámica roja (tejas, ladrillos huecos, tejuelones, ladrillos blancos). Para calcular las emisiones se consideran ciclones sin control de polvo, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Sin control de polvo	0,2				
Actividad anual (t/año)	Emisión anual (mg EQT/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1.871.100	374,22				

### f) Mezclado de asfalto

Los datos proporcionados por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones y la Municipalidad de Asunción dan un total para el año 2005 de 157.256 t/año. Para calcular las emisiones se consideran plantas mezcladoras sin sistema de depuración de gas, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Plantas mezcladoras sin sistema de depuración de gas	0,07				
Actividad anual (t/año)	Emisión anual (mg EQT/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
157.256	11				

### g) Procesamiento de aceite bituminoso

Esta actividad no se realiza en el país.

## 3.5 Categoría Principal 5 Transporte

Dentro de ésta categoría se tienen los siguientes consumos:

Nafta con plomo: 69.029,66 m<sup>3</sup>/año

Nafta sin plomo: 103.687 m<sup>3</sup>/año

Diesel: 1.336.123 m<sup>3</sup>/año

Fuel oil: 39.184 m<sup>3</sup>/año

### a) Motores de 4 tiempos

Se cuenta con un consumo de nafta con plomo para motores de 4 tiempos equivalente a 69.029,66 m<sup>3</sup>/año con una densidad igual a 0,729 t/ m<sup>3</sup>, dando un total de 50.322,62 t/año.

Para nafta sin plomo, el consumo es 103.687 m<sup>3</sup>/año con una densidad igual a 0,745 t/ m<sup>3</sup>, dando un total de 77.247 t/año.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación de combustible con plomo y combustible sin plomo sin catalizador, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión (µg EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Combustible con plomo	2,2				
Combustible sin plomo, sin catalizador	0,1				
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual (t/año)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
50.322,62	110,70				
77.247	7,72				
<b>Total</b>	<b>118,42</b>				

### b) Motores de 2 tiempos

Para cuantificar el consumo se parte de los datos de importación de lubricantes para motores de 2 tiempos proporcionados por Aduana, el cuál es de 464 m<sup>3</sup>/año. La relación utilizada es de 40 ml de combustible por litro de nafta con plomo.

El consumo de combustible, de acuerdo a los cálculos es de 11.600 m<sup>3</sup>/año con una densidad de 0,729 t/m<sup>3</sup>, dando un total en peso de 8.456,4 t/año.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación de combustible con plomo, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión (µg EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Combustible con plomo	3,5				
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual (t/año)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
8.456,4	29,59				

### c) Motores diesel

El consumo de combustible diesel durante el año 2005 es igual a 1.336.123 m<sup>3</sup>/año, con una densidad equivalente a 0,808 t/ m<sup>3</sup>, dando un total de 1.079.587,3 t/año.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación de motores diesel, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión (µg EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Motores diesel	0,1				
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual (t/año)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1.079.587,3	107,95				

#### d) Motores de aceite pesado

El consumo de aceite pesado es igual a 44.890 m<sup>3</sup>/año con una densidad equivalente a 0,911 t/m<sup>3</sup>, dando un total de 40.895 t/año.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación de todos los tipos, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión (μg EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Todos los tipos	4				
Actividad anual (t/año)	Emisión anual (mg EQT/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
40.895	163,58				

### 3.6 Categoría Principal 6

#### Procesos de combustión a cielo abierto

##### a) Quema de biomasa

Debido a que no existen datos concretos sobre incendios forestales y quema de praderas y pastos, se procedió a utilizar como fuente de datos el mapa brindado por el CBVP con los focos de incendios registrados satelitálmente (DSA/INPE) ocurridos en el año 2005.

Se asume un 33% de la superficie del territorio paraguayo para bosques y un 67% para praderas y pastos. Por la distribución de la superficie boscosa del país, ubicadas en la región noreste del Chaco y noreste de la región Oriental.

El total de manchas registradas es de 13.745 y el tamaño de cada píxel es de 625 km<sup>2</sup>. Se tiene así que para los incendios forestales un total de 4.536 manchas, dando una superficie total de 28.350 ha. El material quemado equivale 652.050 t/año, asumiendo que se queman 23 t/ha. Debido a que la superficie identificada en cada píxel es inexacta se asume sólo un 30% del total de material quemado dando un total de 195.615 t/año. Para la quema de praderas y pastos se tiene un total de 9.209 manchas, dando una superficie total de 57.556 ha. El material quemado equivale 460.448 t/año, asumiendo que se queman 8 t/ha. Debido a que la superficie identificada en cada píxel es inexacta se asume sólo un 30% del total de material quemado dando un total de 138.134 t/año.

Para la quema de residuos agrícolas se tomaron como datos la quema de ramas de algodón. Se considera que en el año 2005 superficie cultivada es de 125.682 ha. Se considera un total de 30.000 plantas de algodón por ha, con un peso seco de 200 gramos por planta. El material quemado equivale así a 6 t/año, dando un total de 754.091 t/año.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación de incendios forestales, incendios de praderas y brezos y quema de residuos agrícolas en condiciones deficientes, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión (µg EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Incendios forestales	5		4		
Incendios de praderas y brezos	5		4		
Quema de residuos agrícolas, impactados, condiciones deficientes	30		10		
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual (t/año)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
195.615	978		782,5		
138.134	690,7		552,5		
745.091	22.352,7		7.450,9		
<b>Total</b>	<b>24.021,4</b>		<b>8.785,9</b>		

## b) Quema de desechos e incendios accidentales

### Incendios en rellenos sanitarios

Dentro de esta clasificación se cuenta con el Relleno Sanitario Cateura con una superficie total de 37 ha. Durante el año 2005, no se registraron incendios dentro del área del relleno, debido al gerenciamiento adecuado, de conformidad a las técnicas de ingenierías asumidas para la operación y mantenimiento de rellenos sanitarios. Por lo tanto esta categoría de posibles emisiones de dioxinas y furanos, no se toma en cuenta.

### Incendios accidentales de viviendas y fábricas

Conforme a las estadísticas proporcionadas por el CBVP se tuvieron en el año 2005 un total de 5.432 incendios de estructuras considerándose un índice de 0,5 t de material quemado por siniestro, se tiene un total de 2.716 t/año.

### Quema no controlada de desechos domésticos

Paraguay se divide en 15 Departamentos con un total de 220 municipios de los cuales 131 poseen el servicio de recolección para residuos sólidos urbanos, con un total de 309.328 t/año. La cuantificación se obtiene asumiendo que la fracción quemada es del 100% de acuerdo a la composición de los residuos sólidos urbanos del Paraguay y haciendo una media de que los mismos son quemados 3 veces por semana. Así tenemos que la cantidad de residuos quemados a cielo abierto es de 103.109 t/año.

### Incendios de vehículos

Conforme a las estadísticas proporcionadas por el CBVP se tuvieron en el año 2005 un total de 838 incendios de vehículos.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación de quema de desechos e incendios accidentales, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Incendios accidentales de viviendas, fábricas	400				400
Quema no controlada de desechos domésticos	300				600
Incendios accidentales de vehículos	94				18
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual (t/año)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
2.716	1.086,4				1.086,4
103.109	30.932,7				61.865,4
838 unidades	78,77				15
<b>Total</b>	<b>32.097,87</b>				<b>62.966,8</b>

### 3.7 Categoría Principal 7

#### Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo

##### a) Fábricas de pasta y papel

Esta actividad no se realiza en el país.

##### b) Industria química

Esta actividad no se realiza en el país.

##### c) Industria del petróleo

En la Industria del Petróleo no se utiliza catalizador de platino por lo que se considera que no es una fuente de emisiones de dioxinas y furanos.

##### d) Plantas textiles

La producción de textiles a nivel nacional para el año 2005 llegó a 5.876.000 metros de tejido, considerando un peso promedio de 400 g/m, se tiene un total de 2.350 t/año. Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación límite inferior pues en la fábrica no se utilizan sustancias químicas cloradas, en particular Pentaclorofenol, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Límite inferior				0,1	
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual (t/año)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
2.350				0,23	

### e) Plantas de cuero

En la industria de la curtiduría no se utiliza el penta cloro fenol, por lo que no se consideran como fuentes de emisiones de dioxinas y furanos.

### 3.8 Categoría Principal 8

#### Varios

#### a) Desechado de biomasa

Dentro de ésta categoría se identificaron procesos de desecado para maderas limpias en aserraderos a fin de industrializarlas con un total de 2.160.080 t/año.

Con relación al desecado de forraje verde la producción de yerba mate a nivel nacional en el año fue de 152.079 t/año.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación de madera limpia y forraje verde, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión (µg EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Madera limpia	0,007			0,1	
Forraje verde	0,1			0,1	
Actividad anual (t/año)	Emisión anual (mg EQT/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
<b>2.160.080</b>	<b>15,12</b>			<b>216</b>	
<b>152.079</b>	<b>15,2</b>			<b>15,2</b>	
<b>Total</b>	<b>30,32</b>			<b>231,2</b>	

#### b) Crematorios

Esta actividad se halla realizando la empresa Parque Serenidad, en la localidad de Villa Elisa, dentro del camposanto propiedad de la mencionada empresa.

Para el año 2005, se cremaron un total de 13 cadáveres, a razón de que es aun una práctica muy resistida por la población, se asume un promedio en peso de los cadáveres en 80 kilos, dando un total de 1,040 t/año.

El crematorio utilizado, se compone de un equipo que posee un sistema de control de emisiones óptimo, dando emisiones ubicadas dentro de los parámetros de la EPA, ya que el equipo es fabricado en los EEUU.

Para el cálculo de las emisiones se considera dentro de la clasificación Con Control Optimo, y por tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Con Control Optimo	0,4				2,5
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual (t/año)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1,040	0,0004				0,0026

### c) Ahumaderos

Dentro del país actualmente los procesos de ahumado se realizan en forma artificial. En la actualidad ya no se utilizan maderas para realizar el ahumado, por lo que esta categoría no corresponde para el país.

### d) Limpieza en seco

Las tintorerías más importantes a nivel nacional poseen un consumo total de 32 kg/mes de percloro etileno, encontrándose un total de 20 empresas que se dedican al ramo, se tiene un total de 7,68 t/año. Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación de textiles normales, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/t)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Textiles normales					50
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual (t/año)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
7,68					0,384

### e) Consumo de tabaco

Conforme a las estadísticas de importación y producción a nivel nacional otorgados por Aduanas y Datos estadísticos del MSP y BS, el consumo de cigarro / habano es 676.432 unidades y el de cigarrillos es de 1.256.055.816 unidades.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación de cigarrillos y cigarrillos, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión (pg EQT/u)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Cigarros	0,3				
Cigarrillos	0,1				
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual (u/año)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
676.432	0,0002				
1.256.055.816	0,1256				
<b>Total</b>	<b>0,1258</b>				

### 3.9 Categoría Principal 9

#### Disposición Final

##### a) Rellenos y Terraplenes a cielo abierto

Para el cálculo de las emisiones de lixiviado generados por la descomposición orgánica de las basuras se tomaron el total de la población urbana equivalente a 2.953.168 habitantes con una cobertura media del 62 %, dando un total de 1.830.964 habitantes atendidos.

La tasa de generación media de residuos es de 1.112 kg/día, dando un total de 732.971 t/año. Se calcula en base a la generación de lixiviado equivalente a 10 m<sup>3</sup>/ha dando una tasa de generación equivalente a 1,5 m<sup>3</sup>/t, por lo que el total generado es igual a 1.099.456 m<sup>3</sup>/año.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación desechos no peligrosos, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Factores de emisión (pg EQT/L en agua y µg EQT/t en residuo)					
Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Desechos no peligrosos		30			6
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1.099.456.000 L/año		32,98			
732.971 t/año					4.397,83

##### b) Desagües cloacales y su tratamiento

Conforme a los datos proporcionados por ESSAP, tenemos un total de efluentes líquidos tratados equivalentes a 4,098 x 10<sup>9</sup> L/año. El sistema de tratamiento no contempla la retirada de lodos.

La masa estimada de lodo sin tratar presente en el efluente acuoso es de 633,14 t/año.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación de medio ambiente urbano sin remoción de lodos, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Factores de emisión (pg EQT/L en agua y µg de EQT/t m.s. en residuo)					
Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Medio ambiente urbano sin remoción de lodos		2			100
Emisión anual (mg EQT/año)					
Actividad anual (L/año)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
4,098 x 10 <sup>9</sup> L/año		8,19			
633,14 t m.s./año					63,31

### c) Vertidos a aguas abiertas

Conforme a los datos proporcionados por ESSAP, tenemos un total de efluentes líquidos vertidos directamente a cauces hídricos equivalentes a  $3,153 \times 10^{10}$  L/año.

Para calcular las emisiones se considera dentro de la clasificación de Ingreso de mezcla de residuos domésticos e industriales, por lo tanto se tienen los siguientes valores:

Clasificación	Factores de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/ $\text{m}^3$ )				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Ingreso de mezcla de residuos domésticos e industriales		0,005			
Actividad anual ( $\text{m}^3/\text{año}$ )	Emisión anual (mg EQT/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
$3,153 \times 10^7$		157,65			

### d) Compostado

Esta actividad no se realiza en el país.

### e) Evacuación de aceites de desecho (no térmicos)

Conforme a las estadísticas de importación proporcionadas por Aduanas para el año 2005, ingresaron al país  $70.184 \text{ m}^3/\text{año}$ , tanto para uso industrial como para automóviles. No se cuenta con datos exactos sobre la cantidad evacuada de aceites en desuso por lo que se considera un 50% del total comercializado.

El total de aceite en desuso evacuado es entonces de  $35.092 \text{ m}^3/\text{año}$  cuya densidad es igual a  $0,89 \text{ t}/\text{m}^3$ , dando un total en peso de  $31.231 \text{ t}/\text{año}$ .

## 3.10 CATEGORÍA PRINCIPAL 10

### Puntos Calientes

#### a) Lugares de producción de sustancias orgánicas cloradas

Esta actividad no se realiza en el país.

#### b) Lugares de producción de cloro

Esta actividad no se realiza en el país.

#### c) Lugares de formulación de fenoles clorados

Esta actividad no se realiza en el país.

**d) Lugares de aplicación de fenoles clorados**

No existen registros detallados en el país, pero estos productos han sido utilizados dentro del rubro herbicida hasta el año 1993 desde el cual fueron totalmente prohibidos en uso, distribución y comercialización por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), responsable del manejo de los plaguicidas, específicamente el SENAVE.

**e) Fabricación de madera y lugares de tratamiento**

El MAG a través del Servicio Forestal Nacional no posee registros sobre el uso del penta-cloro-fenol como conservante de las maderas.

**f) Transformadores y capacitores con PCB**

El uso nacional de aplicaciones con contenido de PCB se concentra mayoritariamente en transformadores y capacitores eléctricos pertenecientes en un mayor porcentaje a la Administración Nacional de Electricidad (ANDE).

La Administración Nacional de Electricidad (ANDE), es responsable de la generación, transmisión y distribución de electricidad en el Paraguay. La demanda nacional es cubierta por electricidad adquirida de tres Centrales Hidroeléctricas: Central Acaray (Propiedad de la ANDE), Yacyretá (Propiedad de Paraguay y Argentina) y principalmente de Itaipú (Propiedad de Paraguay y Brasil).

**Central Acaray**

En la Central Hidroeléctrica se encuentran en servicio 417 Capacitores con contenido en PCB, con un volumen aproximado de 8.160 Litros en total. También se hallan operando 4 Transformadores con un volumen total de 330 Litros. Los equipos fuera de servicio que contienen PCB consisten en 610 Capacitores (13.886 Litros) y 2 Transformadores.

Los materiales contaminados resultantes de la explosión de un reactor en la Central Acaray en el año 2004 se encuentran depositados en forma temporal y consisten en:

- 60 Bidones con materiales sólidos contaminados
- 47 Bidones con líquido de descontaminación
- 2 Cajas con restos de reactor

Los equipos en desuso y restos del accidente se encuentran confinados temporalmente de forma segura dentro de un depósito de seguridad conforme a normas brasileras, localizado en la Estación San Lorenzo, sin representar grandes riesgos para la salud de los trabajadores o para el medio circundante.

**Itaipú Binacional**

El 26 de agosto de 1998 la Itaipú Binacional embarcó 6530 Kg. de productos contaminados con Bifenilos Policlorados, los residuos fueron enviados al exterior para su incineración y consistían en:

- 9 tambores de aceite
- 7 tambores vacíos
- 16 tambores de sólidos

Los mismos fueron debidamente almacenados y etiquetados en un depósito ubicado en el Margen Izquierdo de la Hidroeléctrica y enviados al País de Gales para su posterior incineración.

Por otra parte, en la Subestación de apoyo, Margen Derecho de la Hidroeléctrica, se encuentran 3 bancos de capacitores, cada uno con 24 capacitores totalizando 72, los cuales conforme a las características técnicas podrían utilizar aceite aislante Dielektrol II. Esta Subestación fue montada en el año 1981 y se encuentra actualmente desactivada, al servicio de la ANDE como fuente de alimentación de energía eléctrica a la Ciudad de Hernandarias. Cada capacitor tiene una capacidad de almacenar 10 a 12 litros de aceite, lo cual da un aproximado de 864 litros.

Factores de emisión (pg EQT/L en agua y µg EQT/t en residuo)					
Clasificación	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
Poco clorados				15.000	
Muy clorados				1.500.000	
Emisión (mg EQT/año)					
Cantidad (t)	Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
0,46				6,9	
32,07				48.105	
<b>Total</b>				<b>48.111,9</b>	

### g) Vacaderos de desechos / residuos de las categorías 1-9

El Paraguay no cuenta con vertederos para residuos sólidos industriales y peligrosos, estos tipos de desechos son comúnmente conducidos hasta vertederos municipales y mezclados conjuntamente con residuos de origen doméstico para su disposición final. La empresa Aceros del Paraguay se halla operando un relleno de residuos sólidos industriales, para la disposición final de la escoria generada en altos hornos y carbonillas generadas en el manejo del carbón vegetal.

### h) Lugares donde se hayan producido accidentes importantes

En el mes de julio del año 2003 se produjo un incendio en las instalaciones de la Oficina Fiscalizadora de Algodón y Tabaco - OFAT, dependiente del MAG en donde se encontraban almacenados plaguicidas fosforados, acefatos piretroides y carbamatos, herramientas de uso agrícola, fertilizantes entre otros, considerado como un siniestro grave debido a los productos químicos encontrados dentro de los depósitos, contaminaron el suelo, las aguas y el aire, con una nube toxica, de acuerdo a las muestras extraídas de funcionarios de la CETESB – Brasil, los niveles de COV eran elevados, además de las continuas emisiones de dioxinas y furanos.

Otro accidente relacionado con el manejo inadecuado de plaguicidas o defensivos agrícolas, fue un accidente carretero, donde se derramaron en la ruta productos fitosanitarios, como monocrotofos, metamidofos ambos fosforados, acefatos y carbaril de la familia de los carbamatos, el derrame contaminó seriamente las aguas del arroyo Capiatá, además de intoxicar en forma leve a los pobladores que se encontraban cercano al siniestro, esto ocurrió en el año 2005.

### i) Dragado de sedimentos

No se cuenta con un volumen de sedimento dragado, pero esta actividad fue realizada en el canal del río Pilcomayo a fin de facilitar el escurrimiento de las aguas.

**j) Lugares donde existen caolín y arcillas plásticas**

De acuerdo a datos proporcionados por el Vice Ministerio de Minas y Energía existe un total de 13 minas de arcillas caolínicas pero estas no son explotadas, existen también 3 lugares de extracción de caolín distribuidas en las zonas de Itaugua e Itacurubi de la Cordillera con una profundidad superior a 4 metros.

Las minas de caolín de profundidad hasta 4 metros se hallan ubicadas en el Departamento Central y Cordillera. Las minas de menor profundidad de hasta 1 metro se hallan concentradas en el Departamento de Paraguari en dirección a las localidades de Sapucaí y Caballero. Las mismas no son explotadas.

## 4. RESUMEN DE RESULTADOS



#### 4. RESUMEN DE RESULTADOS

N°	Categorías	Emisiones anuales (g EQT/año)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
1	<b>Incineración de desechos</b>	<b>69,394</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,508</b>
b	Incineración de desechos peligrosos	0,630	0,000	0,000	0,000	0,162
c	Incineración de desechos médicos	68,760	0,000	0,000	0,000	0,346
g	Combustión de cadáveres de animales	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
2	<b>Producción de metales ferrosos y no ferrosos</b>	<b>1,872</b>	<b>0,036</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
b	Producción de coque - carbón vegetal	1,790	0,036	0,000	0,000	0,000
c	Producción y fundición de hierro y acero	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
e	Recuperación Térmica de Cables	0,081	0,000	0,000	0,000	0,000
3	<b>Generación de energía y calor</b>	<b>2,212</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,833</b>
d	Cocinas y calefacción doméstica (biomasa)	2,162	0,000	0,000	0,000	0,833
e	Calefacción doméstica (combustibles fósiles)	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000
4	<b>Producción de productos minerales</b>	<b>0,797</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
a	Producción de cemento	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000
b	Producción de cal	0,363	0,000	0,000	0,000	0,000
c	Producción de ladrillos	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
d	Producción de vidrio	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000
e	Producción de cerámica	0,374	0,000	0,000	0,000	0,000
f	Mezcla de asfalto	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000

N°	Categorías	Emisiones anuales (g EQT/año)				
		Aire	Agua	Suelo	Producto	Residuo
5	<b>Transporte</b>	<b>0,420</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
a	Motores de 4 tiempos	0,118	0,000	0,000	0,000	0,000
b	Motores de 2 tiempos	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000
c	Motores diesel	0,108	0,000	0,000	0,000	0,000
d	Motores de aceite pesado	0,164	0,000	0,000	0,000	0,000
6	<b>Procesos de quema a cielo abierto</b>	<b>56,119</b>	<b>0,000</b>	<b>8,796</b>	<b>0,000</b>	<b>62,967</b>
a	Quema de biomasa	24,021	0,000	8,796	0,000	0,000
b	Quema de desechos e incendios accidentales	32,098	0,000	0,000	0,000	62,967
7	<b>Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,000</b>
d	Producción textil	0,000	0,000	0,000	0,0002	0,000
8	<b>Varios</b>	<b>0,030</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,231</b>	<b>0,000</b>
a	Desecado de biomasa	0,030	0,000	0,000	0,231	0,000
c	Ahumaderos	4 x 10 <sup>-7</sup>	0,000	0,000	0,000	2,6 x 10 <sup>-6</sup>
d	Limpieza en seco	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0004
e	Humo de tabaco	0,0001	0,000	0,000	0,000	0,000
9	<b>Disposición final</b>	<b>0,000</b>	<b>0,199</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>4,461</b>
a	Rellenamientos y vaciaderos a cielo abierto	0,000	0,033	0,000	0,000	4,398
b	Cloacas / tratamientos cloacales	0,000	0,008	0,000	0,000	0,063
c	Vertidos a aguas abiertas	0,000	0,158	0,000	0,000	0,000
10	<b>Identificación de posibles puntos calientes</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>48,112</b>	<b>0,000</b>
f	Transformadores y capacitores con PCB	0,000	0,000	0,000	48,112	0,000
1-10	<b>TOTAL</b>	<b>130,844</b>	<b>0,235</b>	<b>8,795</b>	<b>48,343</b>	<b>68,769</b>

## 5. CONCLUSIONES



## 5. CONCLUSIONES

### Emisión total

El resultado del Inventario Nacional da un valor de generación total de dioxinas y furanos de 257g EQT en el año 2005. Los mayores porcentajes corresponden a la emisión al aire con un 50,92% y a la emisión con los residuos con un 26,76%, seguida por la emisión con productos igual a 18,81%. En menor proporción tenemos la emisión en suelo con 3,42% y al agua con 0,09%.

### Índice de emisión

El cálculo se basa en la población del país, superficie total y PIB en USD. Con relación a estos parámetros se generaron los siguientes índices de emisión de dioxinas y furanos en Paraguay:

- 49,37 µg EQT/hab.año
- 631,83 µg EQT/km<sup>2</sup>.año
- 236.431 µg EQT/ U\$S PIB por habitante

### Emisiones al aire

La emisión total al aire en el año 2005 fue de 131 g EQT. Al respecto se destacan los siguientes puntos:

- La combustión no controlada representa el 43% de la emisión total al componente aire. Las principales fuentes son la quema incontrolada de los residuos sólidos urbanos a cielo abierto en vertederos o botaderos, incendios forestales, quema de pradera y pasto y quema de residuos agrícolas.
- La incineración controlada contribuyó en 53% a las emisiones totales al aire, siendo la incineración de residuos sólidos hospitalarios el de mayor incidencia y la incineración no controlada de residuos peligrosos.
- La generación de emisiones debido a la calefacción y/o cocina con biomasa a partir del uso de leña y carbón vegetal así como combustibles fósiles como el GLP contribuyó en un 1,7% a las emisiones al aire.
- La producción de metales ferrosos y no ferrosos representa un 1,4% del total de las emisiones, en especial la producción de carbón vegetal.

### Emisiones con los residuos

La emisión total de dioxinas y furanos durante el 2005 en residuos fue de 69 g EQT, en donde se destacan los siguientes puntos:

- La combustión no controlada correspondiente a la quema de desechos e incendios accidentales representa el 92% del total de las emisiones en residuos.
- Las emisiones en rellenos y terraplenes a cielo abierto contribuyen en un 6,5%.
- La generación de emisiones debido a la calefacción y/o cocina con biomasa y combustibles fósiles contribuyó en un 1,2%.
- La incineración controlada contribuyó en 0,7% a las emisiones totales en residuos.

### Emisiones con los productos

La emisión total en producto es de 48 g EQT en donde los transformadores y capacitores con PCB representan casi el 100% de las emisiones.

### **Emisiones al suelo**

Las emisiones de dioxinas y furanos al suelo fue de 9 g EQT, en donde la quema de biomasa representa el 100% de las emisiones; principalmente incendios forestales, quema de pradera y pasto y quema de residuos agrícolas.

### **Emisiones al agua**

La emisión total al agua fue de 0,2 g EQT en donde se destaca lo siguiente:

- La generación de líquido lixiviado producido por la descomposición de los residuos sólidos en su fracción orgánica, en tratamientos de efluentes cloacales y vertidos de efluente en forma directa, representa un 85% de las emisiones al agua.
- La producción de carbón vegetal para uso doméstico e industrial contribuyó en un 15% de las emisiones al agua.

### **Incertidumbres**

Los resultados del presente Inventario Nacional de Dioxinas y Furanos correspondiente al año 2005 en Paraguay se consideraran como complementarios al inventario realizado para el año 2002, en lo que respecta a la emisiones no intencionales descritas en el Convenio de Estocolmo ya que los mismos poseen un cierto grado de incertidumbre; esto es principalmente debido a la informalidad de los procesos y actividades que dificultan la cuantificación de emisiones en muchas fuentes generadoras.

Además se considera necesario un mayor grado de investigación relacionados a los factores de emisión principalmente en la quema de biomasa, a fin de que los mismos sean más representativos.

Las mediciones analíticas son muy importantes y no se pudieron realizar para la elaboración de éste Inventario debido a que representan un alto costo en procesos de muestreo y análisis laboratoriales. Por otro lado la cuantificación en algunas fuentes de emisiones se haya dispersa.

De hecho la meta del Inventario es la de establecer una cuantificación de las emisiones no intencionales de estos contaminantes e identificar las fuentes principales generadoras en el país; al respecto se considera que la metodología de trabajo, análisis y cálculos realizados son los mas adecuados.

## 6. RECOMENDACIONES



## 6. RECOMENDACIONES

Como recomendación general se establece que para que las emisiones de dioxinas y furanos sean reducidas es necesaria la implementación de las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales a fin de que los procesos de mayor incidencia en las emisiones se vea favorecidos, reduciendo al mínimo los manejos inadecuados de los procesos térmicos; mediante la introducción de tecnologías alternativas como ser la implementación de tecnologías limpias y la mejora de las estaciones de tratamiento de efluentes en plantas industriales y cloacales.

Dentro de este contexto se establecen algunas medidas a fin de lograr la disminución en las emisiones no intencionales de dioxinas y furanos:

- Implementar una política de gestión de residuos sólidos a fin de eliminar la práctica de quema de residuos sólidos urbanos a cielo abierto.
- Buscar otras alternativas de gestión y manejo adecuado a fin de evitar la quema de residuos agrícolas en campos de cultivo.
- Implementar y desarrollar mejores tecnologías de incineración para el tratamiento de los residuos sólidos hospitalarios, adaptados a sistemas de tratamiento para gases y humos generados en los procesos de combustión.
- Evitar la práctica de quema de pastos para la renovación de los mismos en praderas, buscando mejores alternativas técnicas y ambientales de manejo.
- Estudio de los mecanismos de formación de dioxinas y furanos en procesos industriales de producción de cemento, cal, cerámica y asfalto a fin de implementar mejoras en los procesos de producción y desarrollar sistemas de tratamiento para las emisiones atmosféricas.
- Incentivar el uso de tecnologías que generen menor cantidad de residuos.
- Establecer programas para el buen funcionamiento y mantenimiento de equipos industriales dentro de las industrias de mayor incidencia en las emisiones de dioxinas y furanos.



