

Perú Perú Perú Perú Perú Perú Perú  
Perú Perú Perú Perú Perú Perú Perú  
Perú Perú Perú Perú Perú Perú Perú

# Inventario Nacional de Fuentes y Liberaciones de Dioxinas y Furanos Perú - Año Base 2003

2006

**INVENTARIO NACIONAL DE  
FUENTES Y LIBERACIONES DE  
DIOXINAS Y FURANOS.  
PERÚ  
AÑO BASE 2003**

2006

Proyecto GEF/PNUMA N° GFL-2328 - 2761 - 4747

**“PLAN NACIONAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL CONVENIO DE ESTOCOLMO  
SOBRE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES  
EN EL PERÚ”**

**Créditos Institucionales:**

**CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE - CONAM**

Sr. Manuel Ernesto Bernal Alvarado - Presidente  
Arq. María Esperanza Castañeda Pinto - Secretaria Ejecutiva  
Ing. César Cervantes Gálvez - Director DICAREN

**DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL - DIGESA**

Dra. María del Carmen Gastañaga Ruiz - Directora General  
Ing. Fausto Roncal Vergara - Director DEPA

**SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA - SENASA**

Dr. José Espinoza Babilón - Jefe Nacional  
Ing. M.Sc. Jorge Leonardo Jave Nakayo - Director General DIAIA

**Publicación realizada con:**

Asistencia Técnica del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA  
y financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente - GEF

**Derechos Reservados**

Prohibida la reproducción total o parcial del Inventario Nacional de Fuentes y Liberaciones de Dioxinas  
y Furanos, sin autorización escrita o parcial del autor o del GEF  
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°

Tiraje: 500 ejemplares

Impresión:

Proyecto GEF/PNUMA N° GFL-2328 - 2761 - 4747

## “PLAN NACIONAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL CONVENIO DE ESTOCOLMO SOBRE LOS CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES EN EL PERÚ”

### Créditos Institucionales:

#### DIRECCIÓN NACIONAL DEL PROYECTO

Ing Fausto Roncal Vergara - DIGESA (2005-2006)

Ing. M.Sc. Jorge Leonardo Jave Nakayo - SENASA (2006-2007)

#### UNIDAD DE COORDINACIÓN DEL PROYECTO

##### CONAM

Ing. César Cervantes Gálvez

Ing. Raúl Roca Pinto

Ing. Milagros Verástegui Salazar

##### DIGESA

Ing. Fausto Roncal Vergara

Ing. Vilma Morales Quillama

Ing. Domitila Briones

##### SENASA

Ing. M.Sc. Jorge Leonardo Jave Nakayo

Ing. Gerard D. Blair Arze

Ing. Genaro Lira Cordero

Ing. Gonzalo Tejada López (2005)

##### OBSERVADORES

Sociedad Nacional de Industrias -SNI

Quím. Javier Echegaray

Red de Acción en Agricultura Alternativa- RAAA

Ing. Luis Gomero Osorio

Ing. Milagros Tazza

##### COORDINACIÓN NACIONAL DEL PROYECTO

Ing. Marisa Quiñones Manga - Coordinadora Nacional

Ing. Rosa Amparo Becerra Paucar Asistente Técnico (2005-2006)

Quím. Rosa Luz Monroy Olivos - Asistente Técnico (2006-2007)

C.P.C. Silvia Espinoza -Asistente Administrativo

##### EQUIPO CONSULTOR

Ing. Elizabeth Culqui Díaz

Bach. Wilmer Llagas Chafloque

##### REVISIÓN

Unidad de Coordinación de Proyecto

Subcomité Nacional de Coordinación de Dioxinas y Furanos





## INDICE GENERAL

Contenido	Pág.
Créditos .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE FOTOS .....	X
LISTA DE ACRÓNIMOS .....	XI
GLOSARIO .....	XII
PRESENTACIÓN .....	1
RESUMEN EJECUTIVO .....	3
EXECUTIVE SUMMARY .....	7
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	11
<b>III. MARCO TEORICO</b> .....	12
3.1 Compuestos organoclorados .....	12
3.2 Puntos Calientes Potenciales .....	16
3.3 Evolución de la industria nacional .....	16
3.4 Descripción de los servicios de salud en el país .....	26
3.5 Descripción de la disposición final de los residuos sólidos en el Perú .....	27
<b>IV. METODOLOGÍA</b> .....	29
4.1 Ámbito del Inventario .....	29
4.2 Recopilación de la información de los sectores existente en el ámbito nacional .....	30
4.3 Diseño y aplicación de cuestionarios .....	30
4.4 Diseño e implementación de una estrategia orientada al desarrollo de una conciencia institucional y de los actores involucrados .....	31
4.5 Organizaciones, empresas e instituciones participantes .....	34
4.6 Recopilación de información relevante para el proyecto .....	34
4.7 Metodología para la confección del inventario .....	38
<b>V. RESULTADOS</b> .....	59
5.1 Estimación de las liberaciones de PCDD./PCDF en Perú .....	59
5.2 Jerarquización de las liberaciones de PCDD/PCDF en el inventario .....	101
5.3 Grado de confianza de los datos e incertidumbres por categorías .....	103
<b>VI. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b> .....	106
6.1 Liberación de las dioxinas y furanos en el Perú, Año Base 2003 .....	106
6.2 Comparación de los resultados con inventarios nacionales de otros países .....	116
<b>VII. CONCLUSIONES</b> .....	118
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b> .....	120
<b>IX. REFERENCIAS</b> .....	122

## INDICE DE TABLAS

Contenido	Pág.
Tabla 3.1 Principales empresas azucareras .....	18
Tabla 3.2 Indicadores de Producción de las Principales empresas azucareras .....	19
Tabla 3.3 Ubicación geográfica de las empresas Azucareras .....	20
Tabla 3.4 Producción de Cemento Año 2003 .....	21
Tabla 3.5 Tipos de Hornos en las Industrias de Cemento .....	21
Tabla 3.6 Número de establecimientos de Producción hierro y acero y su distribución regional. Año 2003. ....	22
Tabla 3.7 Principales industrias de hierro y acero .....	23
Tabla 3.8 Distribución de los establecimientos de producción de metales no ferrosos .....	25
Tabla 3.9 Producción de metales no ferrosos año 2003 .....	26
Tabla 3.10 Principales empresas de metales no ferrosos .....	26
Tabla 3.11 Número de Establecimientos de Salud en Perú .....	26
Tabla 4.1 Principales instituciones que participaron en el SubComité de dioxinas y furanos .....	33
Tabla 4.2 Número de Cuestionarios enviados por sectores .....	34
Tabla 4.3 Relación de instituciones a donde se han solicitado estadísticas para el inventario .....	35
Tabla 4.4 Matriz con las principales categorías de fuentes .....	40
Tabla 4.5 Vías de liberación Categoría N° 1. Incineración de desechos .....	40
Tabla 4.6 Vías de liberación Categoría N° 2. Producción de metales ferrosos y no ferrosos .....	41
Tabla 4.7 Vías de liberación Categoría N° 3. Generación de energía y calor .....	41
Tabla 4.8 Vías de liberación Categoría N° 4. Producción de productos minerales .....	41
Tabla 4.9 Vías de liberación Categoría N° 5. Transportes .....	42
Tabla 4.10 Vías de liberación Categoría N° 6. Procesos de combustión a cielo abierto .....	42
Tabla 4.11 Vías de liberación Categoría N° 7. Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo .....	42
Tabla 4.12 Vías de liberación Categoría N° 8. Varios .....	42
Tabla 4.13 Vías de liberación Categoría N° 9. Disposición final .....	43
Tabla 4.14 Vías de liberación Categoría N° 10. Identificación de posibles puntos calientes .....	43
Tabla 4.15 Empresas que importan, producen o distribuyen solventes clorados .....	44
Tabla 4.16 Empresas o Instituciones que importan, producen o distribuyen cloro .....	44
Tabla 4.17 Sustancias tóxicas utilizadas y comercializadas en Lima, Huancayo y Pucallpa para preservar la madera .....	45
Tabla 4.18 Productos químicos con potencial formación de PCDD y PCDF .....	47
Tabla 4.19 Productos químicos Clorados importados .....	49
Tabla 4.20 Fuentes identificadas en la Categoría N°1 .....	50
Tabla 4.21 Fuentes identificadas en la Categoría N°2. Producción de metales ferrosos y no ferrosos .....	52

Contenido	Pág.
Tabla 4.22 Fuentes identificadas en la Categoría N° 3. Generación de energía y calefacción .....	53
Tabla 4.23 Fuentes identificadas en la Categoría N° 4. Producción de productos minerales .....	53
Tabla 4.24 Fuentes identificadas en la Categoría N° 5 Transporte .....	54
Tabla 4.25 Fuentes identificadas en la Categoría N° 6. Procesos de combustión a cielo abierto .....	54
Tabla 4.26 Categoría N°7: Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo .....	55
Tabla 4.27 Fuentes identificadas en la Categoría N° 8 .....	57
Tabla 4.28 Fuentes identificadas en la Categoría N° 9. Disposición Final .....	57
Tabla 5.1 Liberaciones de PCDD/PCDF - Incineración de desechos peligrosos .....	59
Tabla 5.2 Liberaciones de PCDD/PCDF - incineración de desechos domésticos .....	60
Tabla 5.3 Liberaciones de PCDD/PCDF - incineración de desechos peligrosos .....	61
Tabla 5.4 Liberaciones de PCDD/PCDF por Incineración de desechos médicos / hospitalarios .....	62
Tabla 5.5 Liberaciones de PCDD/PCDF - Incineración de maderas de desecho y biomasa de desecho .....	62
Tabla 5.6 Liberaciones de PCDD/PCDF - Combustión de cadáveres de animales .....	63
Tabla 5.7 Resultado de la liberación de PCDD/PCDF de la categoría 2. Producción de metales ferrosos y no ferrosos .....	64
Tabla 5.8 Liberaciones de PCDD/PCDF - Sinterización de mineral de hierro .....	65
Tabla 5.9 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de coque .....	65
Tabla 5.10 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de carbón vegetal .....	66
Tabla 5.11 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de hierro y acero y fundiciones .....	67
Tabla 5.12 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de cobre .....	68
Tabla 5.13 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de aluminio .....	68
Tabla 5.14 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de plomo .....	69
Tabla 5.15 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de zinc .....	70
Tabla 5.16 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de bronce y latón .....	70
Tabla 5.17 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de oro, plata y estaño .....	71
Tabla 5.18 Liberaciones de PCDD/PCDF - Desguazadoras .....	71
Tabla 5.19 Liberaciones de PCDD/PCDF - Recuperación térmica de cobre de cables .....	72
Tabla 5.20 Resultado de la liberación de PCDD/PCDF de la categoría 3. Generación de energía y calefacción .....	72
Tabla 5.21 Liberaciones de PCDD/PCDF - Centrales eléctricas de combustibles fósiles .....	74
Tabla 5.22 Liberaciones de PCDD/PCDF - Centrales eléctricas de biomasa Factor de emisión .....	75
Tabla 5.23 Liberaciones de PCDD/PCDF - Calefacción doméstica y cocina con biomasa .....	75
Tabla 5.24 Liberaciones de PCDD/PCDF - Calefacción doméstica y cocina con combustibles fósiles .....	76
Tabla 5.25 Resultado de la liberación de PCDD/PCDF de la categoría 3. Producción de Productos minerales .....	77
Tabla 5.26 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de Cemento .....	78
Tabla 5.27 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de Cal .....	79
Tabla 5.28 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de ladrillo .....	79
Tabla 5.29 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de vidrio .....	80

Contenido	Pág.
Tabla 5.30 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de cerámica .....	80
Tabla 5.31 Liberaciones de PCDD/PCDF - Mezclado de asfalto .....	81
Tabla 5.32 Liberaciones de PCDD/PCDF - Categoría 5: Transportes .....	81
Tabla 5.33 Liberaciones de PCDD/PCDF - Motores de 4 tiempos .....	82
Tabla 5.34 Liberaciones de PCDD/PCDF - Motores de 2 tiempos .....	82
Tabla 5.35 Liberaciones de PCDD/PCDF - Motores diesel .....	83
Tabla 5.36 Liberaciones de PCDD/PCDF - Motores de aceite pesado .....	83
Tabla 5.37 Liberaciones de PCDD/PCDF - Categoría 6: Procesos de combustión a cielo abierto .....	83
Tabla 5.38 Liberaciones de PCDD/PCDF - Incendios forestales .....	84
Tabla 5.39 Liberaciones de PCDD/PCDF - Quema de praderas y brozas .....	85
Tabla 5.40 Liberaciones de PCDD/PCDF - Quema de caña de azúcar .....	85
Tabla 5.41 Liberaciones de PCDD/PCDF - Quema de la broza del algodón .....	86
Tabla 5.42 Liberaciones de PCDD/PCDF - Quema de la pajilla de arroz .....	87
Tabla 5.43 Liberaciones de PCDD/PCDF - Incendios de rellenos .....	88
Tabla 5.44 Liberaciones de PCDD/PCDF - Incendios accidentales de viviendas y fábricas .....	89
Tabla 5.45 Liberaciones de PCDD/PCDF - Quema no controlada de desechos domésticos .....	89
Tabla 5.46 Liberaciones de PCDD/PCDF - Incendios de vehículos .....	89
Tabla 5.47 Liberaciones de PCDD/PCDF - Quema de madera a cielo abierto (construcción/ demolición) .....	90
Tabla 5.48 Resultado de la liberación de PCDD/PCDF de la categoría 7. Producción de químicos y productos de onsumo .....	90
Tabla 5.49 Liberaciones de PCDD/PCDF - Fábricas de pasta y papel .....	91
Tabla 5.50 Liberaciones de PCDD/PCDF - Uso de p-diclorobencenos .....	91
Tabla 5.51 Liberaciones de PCDD/PCDF - Quema de antorchas .....	92
Tabla 5.52 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de textiles .....	92
Tabla 5.53 Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de cuero .....	93
Tabla 5.54 Resultado de la liberación de PCDD/PCDF de la categoría 8. Misceláneos .....	94
Tabla 5.55 Liberaciones de PCDD/PCDF - Categoría 8. Subcategoría desecado de biomasa .....	95
Tabla 5.56 Liberaciones de PCDD/PCDF - Categoría 8. Subcategoría crematorios .....	95
Tabla 5.57 Liberaciones de PCDD/PCDF - Categoría 8. Subcategoría ahumaderos .....	96
Tabla 5.58 Liberaciones de PCDD/PCDF - Categoría 8. Subcategoría limpieza en seco .....	96
Tabla 5.59 Liberaciones de PCDD/PCDF - Categoría 8. Subcategoría consumo de tabaco .....	97
Tabla 5.60 Resultado de la liberación de PCDD/PCDF de la categoría 9. Disposición final/ rellnamiento sanitario .....	97
Tabla 5.61 Liberaciones de PCDD/PCDF - categoría 9. Subcategoría rellnamiento / vertedero y vaciadores a cielo abierto / basurales .....	98
Tabla 5.62 Liberaciones de PCDD/PCDF - categoría 9. Desagües cloacales y su tratamiento .....	98
Tabla 5.63 Liberaciones de PCDD/PCDF - categoría 9. Subcategoría vertido directo al agua .....	100
Tabla 5.64 Liberaciones de PCDD/PCDF - categoría 9. Subcategoría - compostado .....	101
Tabla 5.65 Jerarquización de las liberaciones de PCDD/PCDF por categorías .....	102
Tabla 5.66 Jerarquización de las liberaciones de PCDD/PCDF por vías de liberación .....	103
Tabla 6.1 Liberaciones de PCDD/PCDF de las 10 categorías. Perú Año base 2003. ....	106
Tabla 6.2 Emisiones al aire de PCDD/PCDF de inventarios nacionales de países de Europa. Año 1990. ....	116
Tabla 6.3 Liberaciones de PCDD/PCDF de inventarios nacionales (1995-2003) .....	117





### Contenido

Pág.

Figura 6.5: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 2. ....	109
Figura 6.6: Producción y Liberaciones Aéreas de PCDD/PCDF. Año Base 2003. Categoría. 2. ....	109
Figura 6.7: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Categoría 2. Solo Fundiciones . ....	110
Figura 6.8: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 3. ....	110
Figura 6.9: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 4. ....	111
Figura 6.10: Liberación de PCDD y PCDF al Aire. Año Base 2003. Categoría 5. ....	112
Figura 6.11: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 6. ....	112
Figura 6.12: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 6. Subcategoría: Quema de biomasa .....	113
Figura 6.13: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 6. Subcategoría: Quema de residuos agrícolas .....	113
Figura 6.14: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 6. Subcategoría: Quema de residuos .....	114
Figura 6.15: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 7. ....	114
Figura 6.16: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 8. ....	115
Figura 6.17: Liberación de PCDD y PCDF al Agua, Producto, Residuo. Año Base 2003. Categoría 9. ....	115

### INDICE DE FOTOS

#### Contenido

Pág.

Foto 4.1: Primera reunión del SCNDYF en el auditorio de PRODUCE .....	32
Foto 4.2: SCNCYDF validando las encuestas sobre dioxinas y furanos .....	33
Foto 4.3: Visita a los cañaverales de la empresa POMALCA .....	36
Foto 4.4: Visita a la empresa Aceros Arequipa .....	36

## LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS

a	: Año
CCA	: Control de contaminación atmosférica
CONAM	: Consejo Nacional del Ambiente
COP	: Contaminantes Orgánicos Persistentes
CNC	: Comité Nacional de Coordinación
DP	: Desechos Peligrosos
DIGESA	: Dirección General de Salud Ambiental - Ministerio de Salud
Essalud	: Empresa de Servicios de Salud
EPS	: Empresa Prestadora de Servicios.
EQT	: Toxicidad equivalente
EQT-I	: Toxicidad equivalente- Internacional
GLP	: Gas licuado de petróleo
INRENA	: Instituto Nacional de Recursos Naturales
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
INIEA	: Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria - Ministerio de Agricultura
INDECI	: Instituto Nacional de Defensa Civil
IMARPE	: Instituto del Mar del Perú
MINEM	: Ministerio de Energía y Minas:
MINSA	: Ministerio de Salud
ND	: No determinado
NA	: No aplicable a una actividad.
NI	: No identificado
ONG	: Organización no gubernamental
Pellet	: Perdigón o pelotitas de mineral
PCV/Cl <sub>2</sub>	: Vinilos policlorados/cloro
PCDD	: Dibenzo-p-dioxinas policlorados (dioxinas)
PCDF	: Dibenzofuranos policlorados (furanos)
PC-Na	: Pentaclorofenato sódico
PCB	: Bifenilos policlorados
PNUMA	: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PNI	: Plan Nacional de Implementación
PRODUCE	: Ministerio de la Producción
SENASA	: Servicio Nacional de Sanidad Agraria
SNI	: Sociedad Nacional de Industrias
SNMPE	: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía
SUNAT	: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria
SUNASS	: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
SCNCDYF	: Subcomité Nacional de Coordinación de Dioxinas y Furanos.
SD	: Sin datos la actividad
Toolkit	: Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de las dioxinas y furanos

### Unidades

ton	: Toneladas métricas
°C	: Grados centígrados
H	: Hectárea
m <sup>3</sup>	: Metro cúbico
g / pie <sup>2</sup>	: Gramos por pie cuadrado
MJ/kg	: Mega joules por kilogramo
kg/m <sup>2</sup>	: Kilogramos por metro cuadrado
g	: Gramos
mg	: Miligramos
ng	: Nanogramos
pg	: Picogramos
µg	: Microgramos
t/a	: Toneladas por año
TJ	: Terajoules

## GLOSARIO

- Efluentes líquidos : Aguas residuales que salen de una planta de tratamiento
- Desguazadoras : Máquinas capaces de “tragar” automóviles completos y cortarlos en pequeños trozos.

## PRESENTACIÓN

El Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes fue firmado por el Perú en la ciudad de Estocolmo, el 21 de Mayo de 2001 y ratificado en Lima, el 10 de Agosto de 2005, convirtiéndose en norma nacional. Por esta razón se debe realizar esfuerzos para cumplir con las obligaciones que este instrumento internacional señala con el fin de prevenir los riesgos a la salud y al ambiente que estas sustancias peligrosas implican.

El Artículo 7 del Convenio indica que todo País Parte debe elaborar su Plan de Aplicación o Implementación, el mismo deberá ser incorporado en sus estrategias de desarrollo sostenible, debiéndose previamente contar con un diagnóstico que muestre la situación del país respecto de las sustancias COP.

El Convenio lista doce sustancias, dos de las cuales son liberadas de manera no intencional como resultados de diversas actividades antropogénicas, sean industriales o de servicios y también de malas prácticas como la quema de biomasa o de residuos orgánicos.

Con el fin de estimar las cantidades liberadas a nivel nacional, se elaboró el Inventario Nacional de Dioxinas y Furanos, como parte de las actividades del Proyecto “Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes en el Perú”, proyecto que viene siendo ejecutado por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) como puntos focales del Convenio y el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), Autoridad Ambiental Nacional y punto focal del GEF, con la asistencia técnica del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la asistencia financiera del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF)

El proceso llevado a cabo para la elaboración del inventario ha brindado la oportunidad de crear y fortalecer capacidades en los integrantes del Sub Comité Nacional de Coordinación (SCNC) conformado por instituciones públicas y privadas y trabajar de manera participativa, los aspectos técnicos que conllevaron a identificar las fuentes que liberan dioxinas y furanos, hacer las estimaciones pertinentes empleando el Toolkit elaborado por el PNUMA y poder hacer la priorización de las principales fuentes en el país.

El grupo multidisciplinario del SCNC de Dioxinas y Furanos que ha trabajado en este inventario se instituye en referente para el inicio de una gestión ambiental que propenda a la reducción de las liberaciones en las fuentes, la eliminación de algunas fuentes cuando sea posible, la sustitución de sustancias precursoras de dioxinas y furanos y la vigilancia a futuro de estas sustancias en medios como el aire, suelo, residuos y alimentos principalmente.

SERVICIO NACIONAL  
DE SANIDAD AGRARIA  
SENASA

CONSEJO NACIONAL  
DEL AMBIENTE  
CONAM

DIRECCIÓN GENERAL  
DE SALUD AMBIENTAL  
DIGESA





## RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento recoge los resultados alcanzados durante la ejecución del Primer Inventario Nacional de Fuentes y Liberaciones de Dioxinas y Furanos de Perú, Año Base 2003, el mismo que fue realizado en el marco de la segunda fase del Proyecto “Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo, sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes en el Perú”, que se viene desarrollando bajo el liderazgo de la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA y el Consejo Nacional del Ambiente - CONAM - desde Enero del 2005. El citado Proyecto fue firmado entre el Consejo Nacional del Ambiente CONAM y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-Productos Químicos, con el objetivo de apoyar los esfuerzos nacionales orientados a la implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), y en particular con el Artículo 5 y el Anexo C de este instrumento internacional.

Las dibenzo para dioxinas policloradas (PCDD) y los dibenzofuranos policlorados (PCDF) conocidos comúnmente como dioxinas y furanos, son sustancias organocloradas que se forman como productos secundarios no intencionales, en los procesos de combustión y/o en los procesos productivos asociados a una gran variedad de actividades que usan cloro o materiales con cloro. Estos productos pueden ser detectados en cantidades de trazas en el aire, agua, suelo, residuos y en los productos, permaneciendo intactos en el ambiente por largos períodos (persistencia), lo que les permite una amplia dispersión geográfica. Estas sustancias se acumulan en los tejidos grasos de los organismos vivos y son tóxicos a los humanos y a la vida silvestre. Las liberaciones de PCDD/PCDF sólo podrían ocurrir cuando los cuatro elementos: cloro, carbono oxígeno e hidrógeno estén presentes y reaccionen en conjunto bajo condiciones apropiadas.

El objetivo del presente estudio es establecer un diagnóstico de la situación de Perú, Año Base 2003, sobre las fuentes de liberación de dioxinas y furanos y sus magnitudes en el ámbito nacional y regional por categorías y subcategorías establecidas en el Instrumental Normalizado del PNUMA y por vías de liberación al aire, suelo, agua, producto y residuos, con la finalidad de determinar las opciones para su vigilancia y control a fin de proteger la salud de la población y el ambiente.

El Inventario Nacional se realizó sobre la base del Instrumental Normalizado del PNUMA (“Toolkit”) para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos, edición 2005. El protocolo de trabajo propuesto por el Instrumental Normalizado, agrupa las actividades y/o procesos productivos con potencial generación de dioxinas y furanos, en diez categorías principales, que a su vez, se subdividen en subcategorías, en las que se identifican los principales medios de liberación de estas sustancias (aire, agua, suelo, productos y residuos). Cada subcategoría corresponde a una actividad y/o proceso productivo específico, en el cual se establecen factores de emisión por defecto, cuyo orden de magnitud está determinado por el tipo de tecnología existente y por las condiciones y particularidades predominantes en el control de las emisiones y residuos asociados a éstas.

Los factores de emisión propuestos en el Instrumental Normalizado del PNUMA, representan el comportamiento promedio de las liberaciones de dioxinas y furanos y los mismos han sido obtenidos, a partir de mediciones realizadas en diversos estudios desarrollados para estos propósitos. Las 10 categorías de fuentes de liberación sujetas a evaluación, corresponden a: 1) Incineración de desechos; 2) Producción de metales ferrosos y no ferrosos; 3) Generación de energía y calefacción; 4) Producción de productos minerales no metálicos; 5) Transportes 6) Procesos de combustión a cielo abierto; 7) Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo; 8) Varios (destacan el desecado de biomasa y el consumo de tabaco); 9) Disposición final y relleno sanitario (rellenos sanitarios, botaderos y tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas) y 10) Identificación de puntos calientes.

La secuencia de trabajo para la realización del Inventario, incluyó como primera etapa, la identificación de las actividades y/o procesos productivos existentes en el país, sobre la base de una matriz con las 10 categorías principales propuesta por el Instrumental Normalizado del PNUMA. En la segunda etapa, se procedió a la conformación del Sub Comité Nacional de Coordinación de Dioxinas y Furanos (SCNCDyF) y a la revisión de las diferentes subcategorías, para identificar las fuentes de liberación específica y con ello, proceder a la elaboración de los cuestionarios por categoría y actividad, los mismos que mediante un taller, fueron revisados y validados por el SCNCDyF. Esta etapa finalizó con la remisión de los cuestionarios a las empresas en coordinación con los representantes de los ministerios de La Producción (Industria y Pesca), Energía y Minas y el de Salud (DIGESA). En la tercera etapa se recopiló y sistematizó la información procedente de encuestas, cuestionarios, inventarios, balances de energía, anuarios, importaciones, exportacio-

nes e investigaciones pertinentes para la estimación de las liberaciones de PCDD/PCDF. La cuarta etapa corresponde a la cuantificación de las liberaciones de PCDD/PCDF por actividad y/o proceso productivo identificado en el ámbito nacional, tomando como base los datos de la actividad correspondientes al año 2003, en atención a la disponibilidad de información oficial de mayor actualidad. La liberación anual fue expresada en gramos de Toxicidad Equivalente (g EQT) por año.

El presente documento describe de manera resumida una amplia variedad de procesos y actividades que fueron identificados en el ámbito nacional como principales fuentes de liberación de dioxinas y furanos, incluyendo la estimación de las liberaciones anuales promedio, en los casos en que se disponía de los datos de actividad y del factor de emisión recomendado por el Instrumental del PNUMA. Los resultados obtenidos para los diferentes medios de liberación, fueron incorporados a un programa EXCEL para facilitar el procesamiento y comprensión de la información. En los casos donde no se identificó una actividad o proceso productivo involucrado con una subcategoría en particular, se indicó un valor de liberación igual a SD.

El inventario nacional del país, fue obtenido sobre la base de la información procedente de los diversos ministerios e instituciones públicas y privadas, y también de los cuestionarios resueltos que fueron suministrados a las empresas industriales y mineras para que brinden información de interés para la estimación de las magnitudes de las liberaciones de PCDD/PCDF. El porcentaje de respuesta de los cuestionarios fue de un 30%, sin embargo, vale indicar, que desde el punto de vista de producción representativa se ha obtenido una muestra mayor que 70%, ya que en algunos rubros, con sólo tres cuestionarios resueltos se obtenían el 80% de la producción total.

Para obtener el máximo de respuestas, se recurrió a estrategias como: 1) Realización de talleres de difusión y sensibilización. 2) Involucramiento de los sectores (Estatad, Civil, Gobierno Local, ONG) y participación activa de los mismos, valga la pena mencionar, que en el desarrollo de las encuestas y en la ejecución de los talleres participaron activamente la Dirección de Medio Ambiente del Vice-Ministerio de Industrias y la Dirección Nacional del Ambiente del Vice-Ministerio de Pesquería del Ministerio de la Producción y la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas. 3) Seguimiento de respuesta a los cuestionarios mediante el uso del teléfono, fax, correo electrónico, carta de reiteración. 4) Conformación del Sub Comité Nacional de Coordinación de Dioxinas y Furanos. En los casos en que fue necesario, se realizaron visitas y entrevistas para obtener una mayor información y precisión acerca de las diferentes actividades sujetas a evaluación.

## RESULTADOS

En la siguiente tabla se presentan las magnitudes de las liberaciones de dioxinas y furanos de las 10 categorías fuentes y hacia las cinco vías de liberación (aire, agua, suelo, productos y residuos).

Liberaciones de dioxinas y furanos de las 10 categorías fuentes. Perú. Año Base 2003.								
No.	Matriz de selección Categorías	Liberaciones anuales (g EQT/a)					Total g EQT/a	
		Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos		
1	Incineración de desechos	21,275	0,000	0,000	0,000	17,291	38,566	
2	Producción de metales ferrosos y no ferrosos	38,518	0,000	0,000	0,000	33,715	72,233	
3	Generación de energía y calor	13,691	0,000	0,000	0,000	50,309	64,000	
4	Productos minerales	0,452	0,000	0,000	0,000	0,004	0,456	
5	Transportes	0,865	0,000	0,000	0,000	0,000	0,865	
6	Proceso de combustión a cielo abierto	117,908	0,000	61,495	0,000	3,435	182,839	
7	Producción y uso de Sustancias/ productos químicos y bienes de consumo	0,587	0,151	0,000	4,129	0,130	4,997	
8	Varios	0,136	0,000	0,000	0,004	0,475	0,615	
9	Disposición final/ relleno sanitario	0,000	0,005	0,000	0,002	59,510	59,516	
10	Identificación de posibles puntos calientes							
1-9	<b>TOTAL</b>	<b>193,43</b>	<b>0,16</b>	<b>61,50</b>	<b>4,13</b>	<b>164,87</b>	<b>424,09</b>	
	<b>GRAN TOTAL</b>	<b>424,09</b>						

Los resultados presentados no incluyen en ningún caso, la obtención de datos derivados de la ejecución de procedimientos de muestreo y análisis orientados a la determinación de los niveles de liberación de dioxinas y furanos. Así también, estos resultados deben de ser considerados como una primera aproximación al diagnóstico de la situación

existente, ya que los mismos presentan cierto nivel de incertidumbre, al aplicarse factores de emisión por defecto, bajo el contexto de las condiciones particulares y patrones tecnológicos de manejo predominantes en el ámbito nacional, así como los supuestos y consideraciones necesarios para realizar el ejercicio de estimación en algunas subcategorías.

## CONCLUSIONES

- La generación total de dioxinas y furanos estimadas para Perú, Año base 2003 es de 424,09 g EQT/año, correspondiendo a una tasa de 29,92 µg EQT/hab.año y 0,3 mg EQT/km<sup>2</sup>. año; resultando las mayores contribuciones hacia el aire (46 %), en los residuos (39%), y en el suelo (14 %). En menor proporción, aportan las vías productos (1,0%) y Agua (< 0,1%).
- La categoría Combustión a cielo abierto, y la categoría Producción de metales ferrosos y no ferrosos son las fuentes con mayor liberación total de dioxinas y furanos con 183 g EQT/año y 72 g EQT/año respectivamente.
- Las actividades de mayor incidencia con las liberaciones de PCDD/PCDF están comprendidas en los sectores: Agricultura, por la quema de biomasa y elaboración del carbón vegetal; Salud por la incineración y quema a cielo abierto de los desechos hospitalarios e Industria por la producción de metales ferrosos y no ferrosos de las fundiciones y el almacenamiento y producción de cloro de las industrias químicas.
- Las emisiones aéreas de PCDD/PCDF totalizan 193,432 g EQT/año; correspondiéndole una tasa de 0,4 pg EQT/m<sup>2</sup>\*día, que es un valor muy inferior a los límites normados para áreas rurales de Alemania de 5 pg EQT/m<sup>2</sup>\*día.
- Los procesos de quema a cielo abierto representaron el 61% de las liberaciones de dioxinas y furanos hacia el aire, seguido de la producción de metales ferrosos y no ferrosos con un 20% y la incineración de residuos con un 11 %.
- La disposición final en vertederos es la actividad de mayor contribución a las liberaciones PCDD/PCDF vía residuos (36 %), seguido de la generación de energía y calefacción (31 %) y de la producción de metales ferrosos y no ferrosos (20%).
- Los mayores aportes a la liberación de dioxinas y furanos se encuentran principalmente en las regiones de Lima y Arequipa.
- Entre los principales puntos calientes en Perú, se encuentran las áreas de almacenamiento de cloro de empresas importadoras y distribuidoras así como los almacenes de la Industria química Quimpac S.A. que fabrica cloro; los sedimentos ubicados a orilla de las desembocaduras de los ríos de la costa peruana, principalmente del río Rímac; los grandes rellenos sanitarios entre los que podemos citar a Portillo Grande en Lurín y El Zapallal en Carabaylo ambos ubicados en la ciudad de Lima; junto con las instalaciones de las empresas de generación y distribución de energía eléctrica que tienen en sus almacenes equipos en desuso que podrían contener PCB.
- La participación del Sub Comité Nacional de Coordinación de Dioxinas y Furanos (SCNCDyF) en el desarrollo del inventario, ha enriquecido el proceso de elaboración del inventario, se ha fortalecido las capacidades nacionales a través de la capacitación de los involucrados, habiendo propiciado una participación activa, relevante para las futuras actividades del Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo.
- La guía para el desarrollo del inventario (Toolkit) propuesta por PNUMA (2005) es de fácil entendimiento, con ejemplos prácticos, que ha permitido identificar y cuantificar de manera práctica, las emisiones de PCDD/PCDF, mediante la aplicación de factores de emisión, que si bien se sustentan en realidades de países desarrollados, han sido viables su aplicación en el Perú
- Los talleres dirigidos a las Direcciones de Salud Ambiental (DESAs) han sensibilizado y despertado el interés de sus representantes, habiendo la convicción de realizar actividades de vigilancia y control de las fuentes generadoras de PCDD/PCDF en el sector Salud.

## RECOMENDACIONES

- Como estrategia de trabajo a futuro, se recomienda que las principales líneas de trabajo a desarrollar en el ámbito nacional, se concentren en actividades como la mitigación de la quema a cielo abierto, control y disminución de emisiones de las fundiciones metálicas y la adecuada gestión de residuos, a través de la ejecución de acciones que tengan un carácter predominantemente precautorio y estén enfocadas como primera opción, a la prevención

de la generación de PCDD/PCDF en la propia fuente, a partir de la adopción de mejores prácticas ambientales (BEP) y de mejores técnicas disponibles (BAT).

- Propiciar el establecimiento y/o rehabilitación de sistemas de tratamiento y/o dispositivos de depuración de emisiones de material particulado, a fin de disminuir los niveles de liberación que no haya sido posible alcanzar, con la aplicación de medidas de carácter preventivo
- El sector salud debe de promover el concepto de producción más limpia, propiciando un adecuado manejo de los desechos hospitalarios generados en cada centro de salud, que incluya la caracterización de los mismos y la evaluación de la eficiencia de los incineradores/quemadores existentes, a los efectos de establecer las opciones necesarias para mejorar las condiciones de operación y control durante los procesos de incineración/quema de este tipo de desechos.
- Priorizar y realizar talleres de información y sensibilización a la población en general sobre la generación las dioxinas y furanos en los procesos de quema a cielo abierto y en la disposición final de residuos, a fin de que conozcan los riesgos de exposición a estas sustancias tóxicas que se generan en dichas actividades.
- Proponer un marco normativo adecuado y viable para limitar actividades generadoras de PCDD/PCDF, principalmente la quema a cielo abierto, con la finalidad de disminuir las emisiones de estas sustancias.
- Dada la importancia de la quema de biomasa en la contribución de las liberaciones de dioxinas y furanos en el presente Inventario Nacional, para la actualización del mismo se deberá tomar en cuenta otras fuentes de información incluyendo la satelital, lo que evitará subestimaciones por la escasez de información a nivel nacional.



## EXECUTIVE SUMMARY

The present document shows the Peru's results reached into the first National inventory about Estimation of sources and dioxin and furan releases, Base Year 2003; elaborated in the frame of the second phase of the Project Implementation National Plan of Stockholm Convention which is leader-shipped by Environmental Health General Directorate for Environmental Health -DIGESA, National Service for Agrarian Health (SENASA) and Environmental National Council - CONAM, since January 2005th. The agreement in mention was signed among the Environment National Council - CONAM and the United Nations Environment Programme - Chemical Products, with the objective of supporting the national efforts guided to Implementing Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POP), in particular with the Article 5 and Annex C of this International Instrument.

Polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and polychlorinated dibenzofurans (PCDD/PCDF) are organic-chlorinated compounds formed as unintentional secondary products, in the combustion processes and/or in the productive processes associated to a great variety of activities that use chlorine or materials with chlorine. These products can be detected in trace quantities into the air, water, soil, waste and products, and they can not change into the atmosphere for long periods with a wide geographical dispersion. These substances accumulate in the fatty tissues of the organisms and they are toxic to the humans and the wild life. PCDD/PCDF formation can take place only when the following four elements are available and brought into contacts under appropriated conditions: Chlorine, carbon, oxygen and hydrogen.

The objective of the present study is establish a diagnosis of Peru's situation, Base Year 2003 about magnitudes of dioxins and furans sources releases into the national and regional environment for categories and subcategories according to the format proposed by the UNEP "Standardized Toolkit", to air, soil, water and with products and residues, in order to determine the options for watching and control them for protecting to the population's health and the environment.

The National Inventory was carried out on the base of the Standard Equipment of the UNEP ("Toolkit") for the Identification and Quantification of Dioxins and Furans Releases, edition 2005. The working protocol proposed by the Toolkit, group the activities and/or productive processes that dioxins and furans release potentially, in ten main categories, that in turn, they are subdivided in subcategories, where the PCDD/PCDF release routes are identified (air, water, soil, products and residues). Each subcategory corresponds to an activity and/or specific productive process, in which the magnitude of default emission factors has been established in according the existent technology type and emissions and residues control conditions.

The emission factors proposed in the Toolkit represent the average of PCDD/PCDF releases and they were obtained from measurements carried out in diverse studies developed for these purposes. The 10 categories of source release subject to evaluation correspond to: 1) Waste incineration; 2) Ferrous and non-ferrous metal production; 3) Power generation and heating ; 4) Production of mineral products; 5) Transport; 6) Combustion processes to open sky; 7) Production and use of chemicals, and consumer goods; 8) Several (they highlight the desiccated of biomass and the consumption of tobacco); 9) Final disposal and landfill (landfill, open dumping, and treatment and disposition of municipal wastewaters) and 10) Identification of hot spots.

The working sequence for the realization of the Inventory, included as first working phase the identification of the activities and/or existent productive processes in the country, on the base of a 10 main categories matrix proposed by UNEP in the Toolkit. A second working phase, the Coordination National Sub Committee of Dioxins and Furans (SCNCDyF) was conformed; the different subcategories were reviewed in order to identify specific release sources, and with this, the questionnaires for each category and subcategory were elaborated, and at the end they were revised and validated by the SCNCDyF. This phase concluded when questionnaires were remitted to the industrial and mine enterprises in coordination with the Sector Representatives. In the third phase, the information coming from surveys, questionnaire, inventories, energy balances, annuals, imports, exports and investigations, about of PCDD/PCDF release estimates were systematized. The fourth phase, corresponds to the quantification of PCDD/PCDF release for each activity and/or productive process identified into the national environment, taking like base, the activity data corresponding to year 2003, due to the facility to get current official information. The annual PCDD/PCDF release was expressed in grams of Equivalent Toxicity (g EQT) per annum.

The present document describes in a summarized way a wide variety of processes and activities that were identified into the national environment like dioxins and furans releases main sources, including the annual average releases were estimated, in the cases that the activity data and emission factors recommended by Toolkit were availability. The results obtained for the different average releases, were incorporate to EXCEL Program to facilitate in processing information. In the cases where one activity or productive process involved with a subcategory was not identified, with the letters SD was indicated.

The national inventory of the country, it was obtained on the base of the information coming from the diverse Ministries and Public and Private Institutions, and also of the resolved questionnaires that were given to

the industrial and mining companies so that they offer information of interest for the estimate of the PCDD/PCDF release magnitudes. The answer percentage from questionnaires was about 30%, however, it is worth to indicate that from the point of view of representative production a bigger sample has been obtained about 70%, because in some items, with three resolved questionnaires near 80% of the total production was obtained.

To obtain the maximum of answers, it was necessary to make use strategies like: 1) Realization of diffusion and sensibility workshops. 2) To make participate to the Sectors (State, Civil, Local Government, ONG, and others) in active way, it is important to mention the Industry Environment Vice-Ministry and the Fishery Environment Vice-Ministry from Production Ministry and the Mining General Direction from Energy and Mines Ministry for participating in the development of the questionnaires and the execution of the workshops actively. 3) Follow the route of the questionnaires using the telephone, fax, electronic mail and reiteration letter. 4) Conformation of the Dioxins and Furans Coordination National SubCommittee. In the cases in that it was necessary, the visits and interviews were carried out to obtain a bigger information and precision about the different activities subject to evaluation.

**RESULTS**

The magnitudes of dioxins and furans releases water, soil, and with products and residues are shown belong to 10 categories PCDD/PCDF's source to air, in the following table:

PCDD and PCDF releases from 10 categories. Peru. Base year 2003								
No.	Matrix Chosen Categories	Annual Releases (g TEQ/a)					Total g TEQ/ a	
		Air	water	Soil	Products	Residues		
1	Waste Incineration	21,275	0,000	0,000	0,000	17,291	38,566	
2	Ferrous and Non -Ferrous Metal Production	38,518	0,000	0,000	0,000	33,715	72,233	
3	Heat and Power Generation	13,691	0,000	0,000	0,000	50,309	64,000	
4	Mineral Products	0,450	0,000	0,000	0,000	0,003	0,452	
5	Transport	0,865	0,000	0,000	0,000	0,000	0,865	
6	Open Burning Processes	117,908	0,000	61,495	0,000	3,435	182,839	
7	Production and Use of Chemicals and Consumer Goods	0,587	0,151	0,000	4,129	0,130	4,997	
8	Miscellaneous	0,136	0,000	0,000	0,004	0,475	0,615	
9	Disposal	0,000	0,005	0,000	0,002	59,510	59,516	
10	Hot Spot							
1-9	<b>TOTAL</b>	<b>193,43</b>	<b>0,16</b>	<b>61,50</b>	<b>4,13</b>	<b>164,87</b>	<b>424,08</b>	
	<b>GRAN TOTAL</b>	<b>424,09</b>						

The results showed do not include, in any case, the obtaining of derived data of the execution of sampling procedures and analysis guided to the determination of dioxins and furans releases. More over, this results must be considered as a first approach to the diagnosis of Peru's existent situation, because they present certain uncertainty levels, when are applied using the default

emission factors, under the context of the particular conditions and predominant technological patterns handling into the national environment, as well as the suppositions and necessary considerations to carry out the exercise in order to estimate the PCDD/PCDF releases in some subcategories.

**CONCLUSIONS**

- Total dioxins and furans generated by Peru, Year Base 2003, is about 424,09 g TEQ/a, corresponding to a rate about 29,92 µg TEQ/inhab.annual and 0,3 mg TEQ/km<sup>2</sup>.annual; being the biggest taxes to air (46%), with residues (39%), and to soil (14%). In smaller proportion, they contribute with products (1,0%) and to water (< 0,1%).
- Combustion to open sky category and Production of ferrous and not ferrous metals category are the PCDD/PCDF's sources with bigger magnitudes of dioxins and furans releases about 183 g TEQ/ annual and about 72 g TEQ/ annual respectively.
- The activities of more incidences with PCDD/PCDF releases are located in the following

Sectors: Agriculture, for burning biomass and elaborating vegetable coal; Health, for incinerating/burning to sky open the medical waste; and Industry for producing ferrous and not ferrous metals from the foundries and storage and producing chlorine from chemical industries.

- Total PCDD/PCDF releases to air are about 193,432 g TEQ/a; corresponding one rate of 0,4 pg TEQ/m<sup>2</sup>\*day that is a very inferior value to the tolerable limit values established for Germany's rural areas about 5 pg EQT/m<sup>2</sup>\*day.
- The processes of open sky combustion represent about 61% of total dioxins and furans releases to air, followed by the ferrous and non-ferrous metal production with 20% and waste incineration with 11%.
- Waste Final Disposal is the activity of more contribution to PCDD/PCDF releases to residues (36%), followed by the heat and power generation (31%) and ferrous and non-ferrous metals production (20%).
- The biggest contributions to dioxins and furans releases are mainly Lima and Arequipa regions.
- Among the main hot spots located in Peru, are the chlorine storage area belong to import and delivery companies as well as the Quimpac chemical industry store, that manufactures chlorine; the silts located of shore along outlets of Peruvian coast rivers, mainly Rimac river; the big landfills such as Portillo Grande in Lurin and El Zapallal in Carabayllo both located in Lima city; together with the Heat and power generation and service companies that have in their deposits, disuse equipments that PCB could contain.
- SCNCDyF participants has been enabled, therefore the national capacities have strengthened in the inventory development, in consequence, there is a propitiated an active participation, very important for the future activities of the Implementation National Plan of Stockholm Convention.
- The development inventory guide (Toolkit) proposed by UNEP (2005) is easy to understand, with practical examples that allow to identify and to quantify in a practical way, PCDD/PCDF's releases, with application of default emission factors that although they are sustainable for developed countries realities, their application in Peru have been viable.
- The workshops directed to DESA have sensitized and wakened up the interest of their representatives, there being the conviction of carrying out activities of watching and control of PCDD/PCDF's sources in Health Sector.

## RECOMMENDATIONS

- As working future strategy, the main work lines to develop in the national environment must be concentrate on activities like burning mitigation to open sky, decreasing of the metallic foundries emissions, and the appropriate residues management, through the execution of actions that they have a preventive character mainly and should be focused as first option to the prevention of PCDD/PCDF releases in the own source, starting from the adoption of Best Environmental Practices (BEP) and Best Available Technical (BAT).
- To propitiate the establishment and/or rehabilitation of treatment systems and filters to diminish of particulate material emissions that will contribute to diminish the PCDD/PCDF's released indirectly and that it has not been possible to reach, with the application of preventive measure.
- The Health Sector should promote the concept of cleaner production, propitiating an appropriate management of medicals waste with their characterization included in each Health Center and the evaluation of efficiency of existent incinerators/burners, in order to establish the necessary options to improve the operation and control conditions during the process of medicals waste incineration.
- To prioritize and to carry out information and sensitization workshops directed to population in general about the dioxins and furans generation in the processes of burning to open sky and residues final disposition, in order that population knows the exposure risks to these toxic substances that are generated in that activities.
- To propose appropriate and viable normative mark to limit PCDD/PCDFs generating activities, in burning to open sky, mainly, with the purpose of diminishing these substance emissions.
- Given the importance of burns of biomass in the contribution of the releases of dioxinas and furanos in the present national Inventory, for update itself will be due to take into account other sources of intelligence including the satellite one, which will avoid underestimations by the shortage of information at national level. .

## I. INTRODUCCIÓN

El Perú como país signatario del Convenio de Estocolmo (firmado el 23 de mayo del 2001 y ratificado el 10 de agosto de 2005) debe de elaborar un Plan para el cumplimiento de sus obligaciones como País Parte, orientado a desarrollar una gestión ambiental racional de los Contaminantes Orgánicos Persistentes.

El Convenio de Estocolmo establece, para las emisiones no intencionales de dioxinas y furanos a partir de procesos técnicos, que las Partes deben reducir liberaciones de estos subproductos de fuentes antropogénicas, con la meta de reducir al mínimo estas emisiones y en algunos casos, en el tiempo eliminarlas definitivamente. Los resultados del inventario de dioxinas y furanos constituyen 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 los procesos productivos u otras actividades antropogénicas, implementándose de acuerdo a los compromisos internacionales asumidos por nuestro país.

En el marco del citado Convenio, la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA y el Consejo Nacional del Ambiente - CONAM - en Enero del 2005, iniciaron el proceso para desarrollar el Proyecto “Plan Nacional de Implementación (PNI-COP) del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes”, con asistencia financiera del GEF (Global Environmental Fund).

- El PNI-COP comprende 5 fases:
  - ▢ PRIMERA FASE: Determinación de los Mecanismos de Coordinación y Organización de Procesos.
  - ▢ SEGUNDA FASE: Inventario de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) y Evaluación de la Infraestructura y Capacidad.
  - ▢ TERCERA FASE: Establecimiento de las Prioridades y Determinación de los Objetivos.
  - ▢ CUARTA FASE: Preparación del Borrador del PNI.
  - ▢ QUINTA FASE: Transferencia del PNI de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) a los Actores.

El Inventario Nacional sobre Dioxinas y Furanos, se ubica en la segunda fase del Proyecto, como parte de inventario de los Contaminantes Orgánicos Persistentes.

Así también, el PNI-COP, está sinergizado con el apoyo del Grupo Técnico de Sustancias Químicas (GT-SQ), cuya Secretaría Técnica está a cargo del CONAM, la misma que tiene carácter multisectorial y que para efectos del Proyecto, se ha constituido en Comité Nacional de Coordinación.

En los últimos años, el área de “Productos Químicos” del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), ha desarrollado el “Instrumental normalizado para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos”, motivado por la baja cantidad de países que poseen inventarios y por las distintas formas en que éstos se han desarrollado, lo que dificultaba su comparación.

Las dioxinas y furanos están constituidos por un grupo de compuestos que se forman como subproductos en múltiples procesos propios de la actividad humana y en algunos casos a través de procesos naturales (p.e. incendios de bosques). Internacionalmente se ha reconocido su impacto sobre la salud y el medio ambiente, como resultado de estudios que países desarrollados han efectuado para conocer las condiciones de formación de las dioxinas y furanos y promulgar las disposiciones legales necesarias, con el fin de reducir la formación y liberación al medio ambiente de estas sustancias.

En el marco del Proyecto Plan Nacional de Implementación (PNI) del Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes en el Perú y con la metodología desarrollada por el PNUMA se ha establecido la realización del Inventario de Dioxinas y Furanos para el año 2003 en el ámbito nacional.

La Dirección Nacional del citado Proyecto, en el tiempo de ejecución del inventario de dioxinas y furanos estuvo a cargo de la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA.

En el desarrollo del presente inventario, se programó la difusión del Proyecto por medio de talleres en cuatro macro regiones: norte, centro, sur y oriente, con la asistencia de representantes de estas regiones.

La información recopilada a nivel nacional referente a las fuentes de emisión de dioxinas y furanos, corresponden a datos actualizados al año 2003, los cuales son presentados en el ámbito nacional y regional por categorías y por vías de liberación (aire, agua, suelo, residuo y producto).

## II. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo del presente estudio es establecer un diagnóstico de la situación de Perú, Año Base 2003, sobre las fuentes de liberación de dioxinas y furanos y sus magnitudes en el ámbito nacional y regional por categorías y subcategorías establecidas en el Instrumental Normalizado del PNUMA por vías de liberación al aire, suelo, agua, producto y residuos, con la finalidad de determinar las opciones para su vigilancia y control a fin de proteger la salud de la población y el ambiente.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las fuentes principales generadoras de dibenzo-p-dioxinas (PCDD) y dibenzofuranos policlorados (PCDF) en el territorio nacional y cuantificar la magnitud de las emisiones, lo cual constituirá una herramienta de diagnóstico, dinámica y útil para la toma de decisiones de los involucrados con la gestión y manejo de las dioxinas y furanos
- Proponer las recomendaciones resultantes del inventario desarrollado.



### III. MARCO TEÓRICO

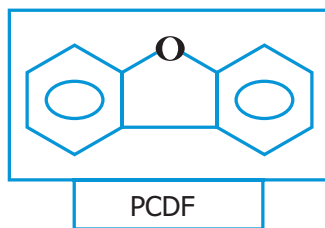
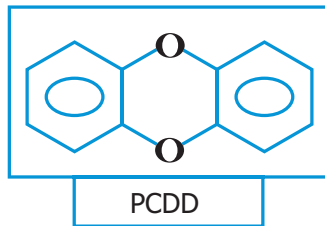
#### 3.1 COMPUESTOS ORGANOCORADOS

Los compuestos organoclorados son sustancias que resultan de la unión de uno o más átomos de cloro con un compuesto orgánico. Aunque este proceso puede ocurrir de forma natural, la inmensa mayoría de estas sustancias se forman artificialmente (Velasquez y Gomero, 2004). Por ejemplo, la industria química combina gas cloro con derivados del petróleo para crear:

- Plaguicidas (DDT, lindano)
- Plásticos (PVC, PVDC)
- Disolventes (percloroetileno, tetracloruro de carbono)
- Refrigerantes (CFC, HCFC)

##### 3.1.1 Estructura, composición y características de las dibenzopara-dioxinas policloradas (PCDD) y dibenzofuranos policlorados (PCDF).

Los PCDD y PCDF se denominan a la familia de compuestos organoclorados constituidos por 75 posibles congéneres de dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD) y 135 de dibenzofuranos policlorados (PCDF), llegando a formar un total de 210 congéneres o compuestos diferentes.



Estos compuestos son dos conjuntos de éteres aromáticos policlorados, cuya estructura está formada por dos anillos bencénicos unidos entre sí por dos átomos de oxígeno en el caso de los PCDD y de un átomo de oxígeno y un enlace carbono-carbono para los PCDF, formando estructuras tricíclicas planares muy similares, las mismas que pueden presentar diferentes grados de cloración, de manera que los átomos de cloro pueden variar entre 1 y 8.

Las dioxinas y furanos se encuentran dentro de la lista de contaminantes orgánicos persistentes (COP) designados para su eliminación en el ámbito internacional. Las características más

importantes de estos compuestos son las siguientes:

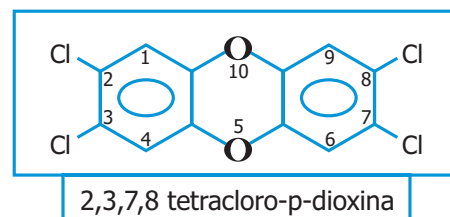
- Son sustancias incoloras e inodoras, solubles en grasas y sólo ligeramente solubles en agua; son sólidas a temperatura ambiente, altamente tóxicas, pudiendo permanecer activas fisiológicamente en dosis extremadamente pequeñas.
- Son persistentes debido a su gran estabilidad térmica por lo cual no se degradan fácilmente y pueden durar años en el medio ambiente.
- Son bioacumulables en los tejidos grasos de la mayoría de organismos vivos que las pueden absorber por ingestión, inhalación o absorción cutánea.
- Son sustancias que pueden desplazarse a grandes distancias llegando incluso a desplazarse a zonas alejadas de la fuente donde se generó y depositarse en el suelo.

##### 3.1.2 Toxicidad de las PCDD/PCDF

La estructura de las dioxinas y furanos, requiere de una especial atención, debido a que la forma específica de sus moléculas y la unión de los átomos de cloro determinan su toxicidad.

Un total de 30 PCDD/PCDF son considerados generalmente como de toxicidad tipo dioxina. Esto genera el problema para la evaluación de la toxicidad ya que distintos niveles de los diferentes congéneres (grupos de estructura similar) de PCDD/PCDF tienen un potencial diferente en sus efectos tipo dioxinas.

En vez de realizar 30 estudios individuales, los científicos han desarrollado el concepto de equivalencia de toxicidad que suma los efectos de las sustancias químicas tipo-dioxina. Cada grupo de estructura similar o congénere tiene un factor de toxicidad equivalente (FTE) basado en su capacidad específica para producir efectos tipo-dioxina.



El congénere 2,3,7,8 tetracloro dibenzo p-dioxina es el más tóxico y se le asigna un FTE igual a 1. A otros congéneres se les asigna fracciones de 1.

La cantidad total de toxicidad equivalente (EQT) es la suma de las concentraciones de todas las congéneres (PCDD/PCDF) presentes en una mezcla, multiplicados por su factor específico de toxicidad equivalente (FTE). El FTE es utilizado para analizar congéneres de dioxinas y compuestos relacionados, multiplicando la concentración de cada dioxina o furano por un valor pesado, de manera que la toxicidad del conéner puede ser considerada igual a la de una concentración equivalente del conéner más tóxico. El FTE ha sido calculado para isómeros y congéneres que son menos tóxicos que el 2,3,7,8-tetracloro dibenzo p-dioxina.

### 3.1.3 Formación y Liberación de PCDD/PCDF

Las formaciones de PCDD y PCDF pueden ocurrir sólo si en el proceso están presentes estos cuatro elementos: cloro, carbono, oxígeno e hidrógeno y además puestos en contacto bajo condiciones apropiadas. La formación de PCDD/PCDF ocurre a temperaturas que varían desde temperatura ambiente hasta aquellas altas temperaturas por combustión. Por ejemplo, a temperatura ambiente ocurren formaciones de PCDD/PCDF durante la elaboración del compostaje con material contaminado con pentaclorofenol y a través de fotólisis en suelos contaminados con pentaclorofenol (Liu *et al*, 2002). Formaciones de PCDD/PCDF también ocurren en incineradores con altas temperaturas. (McKay, 2002).

Los PCDD/PCDF son sustancias que se producen de manera no intencional como productos secundarios en diversos procesos de combustión relacionados con procesos industriales como la producción de minerales, producción de metales y productos químicos entre las cuales sobresalen la producción de fenoles clorados y la producción de pasta y papel que utilice cloro para el proceso de blanqueado. Así también estas sustancias pueden transferirse en los procesos de evacuación (vertederos o botaderos de desechos contaminados).

Con relación a los procesos industriales, la generación de PCDD/PCDF puede formarse vía síntesis de novo, a partir de compuestos de estructura química diferente como carbón no extractables y vía formación de precursores derivados de reacciones de oxidación incompleta de moléculas aromáticas o formación de compuestos cíclicos a partir de fragmentos de hidrocarburos.

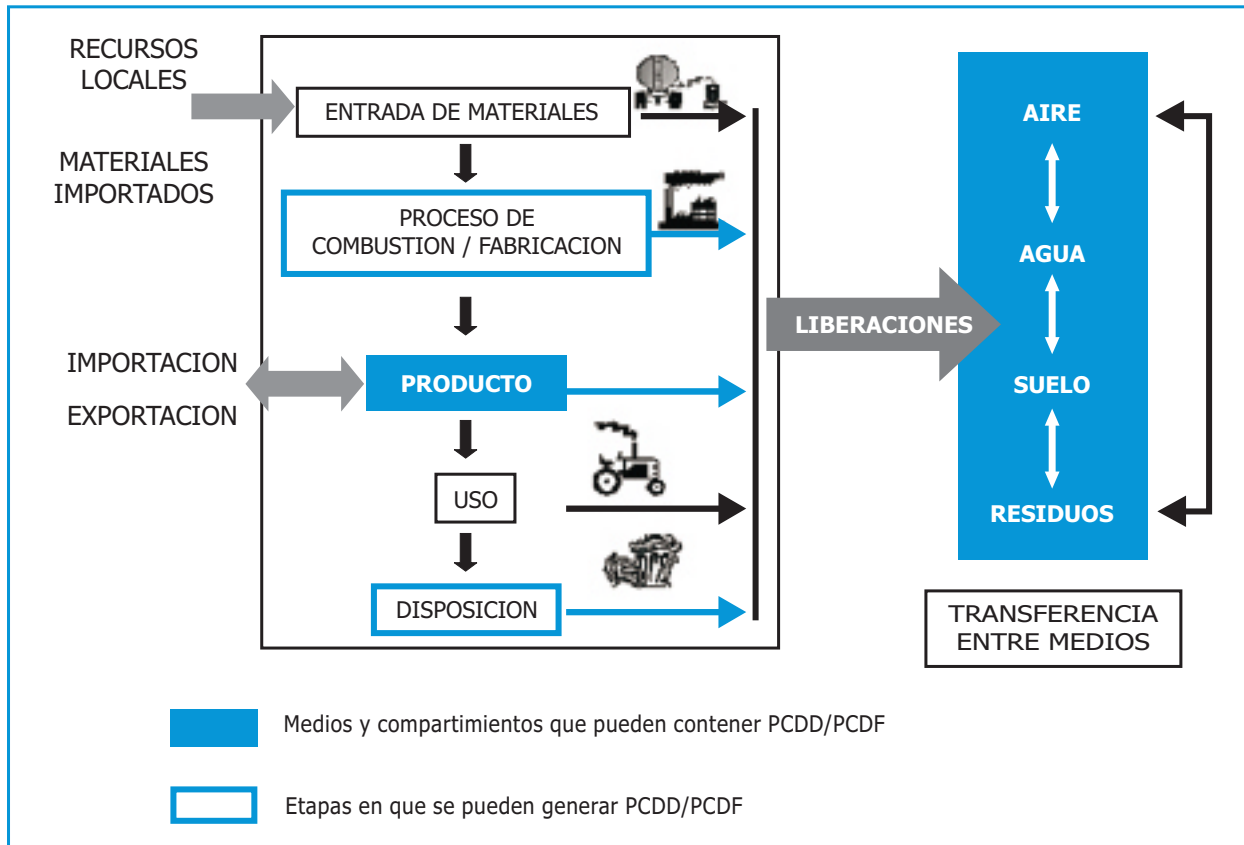
La contaminación por PCDD/PCDF puede ser mediante la ingestión de alimentos contaminados, inhalación de dichas sustancias en el aire y exposición ocupacional en industrias y en la manipulación de residuos peligrosos en donde se encuentran estas sustancias. Los efectos de esta contaminación ocasionan graves lesiones cutáneas como el cloracné, alteraciones de la función hepática y anomalías de los sistemas endocrino y nervioso entre otros.

Los PCDD/PCDF pueden liberarse al ambiente a través de las siguientes rutas de contaminación.

- Aire
- Agua (dulce, océanos, y estuarios; luego, subsecuentemente, en sedimentos)
- Suelo
- Residuos (incluidos ciertos desechos líquidos, lodos y residuos sólidos, que se manejan y eliminan como desechos o pueden ser reciclados)
- Productos (como formulaciones químicas o bienes de consumo como papel, textiles, etc.).

En la figura N° 3.1 se aprecia las posibles rutas de liberación de las dioxinas y furanos y las etapas de los procesos industriales o actividad donde podrían generarse.

Figura N° 3.1: Vías de liberación de los PCDD/PCDF al ambiente



Los PCDD/PCDF pueden formarse y/o liberarse al ambiente por los siguientes procesos:

Procesos de producción químicos industriales como la fabricación de pasta y papel que utiliza cloro elemental para el blanqueo, la producción de fenoles clorados y sus derivados, producción de solventes clorados, etc.

Procesos térmicos, como la incineración de desechos domésticos y hospitalarios, quema de biomasa, fundición de metales usados, combustión en medios de transportes, combustión de combustibles fósiles en industrias y domicilios, incendios forestales y consumo de tabacos.

Procesos biogénicos, asociados a los procesos de descomposición orgánica, como en la producción de compostaje.

Procesos de almacenamiento en los reservorios como antiguos botaderos o basurales de desechos contaminados, incluyendo suelos y sedimentos que por largos años pueden haber acumulado estos contaminantes.

fuentes fijas y difusas o dispersas, cuyas emisiones pueden ser transportados a largas distancias, de manera que pueden detectarse PCDD/PCDF en la atmósfera en lugares muy distantes de donde fueron originalmente liberados. Las fuentes fijas están asociadas a actividades industriales tales como la producción y fabricación. En el caso de fuentes difusas o dispersas, la mayor parte se relacionan con el uso y aplicación de productos que contienen PCDD/PCDF.

Entre los procesos que liberan PCDD/PCDF a la atmósfera se incluyen las emisiones de gases de salida de los procesos y operaciones siguientes:

- Procesos de combustión.
- Procesamiento de metales, como sinterización y fundiciones metálicas.
- Secado, cocción y ahumaderos.
- Otros procesos térmicos industriales, como pirólisis, reciclado de cenizas, termofraccionamiento (cracking).

### 3.1.4 Vías de liberaciones directas de PCDD/PCDF

#### 3.1.4.1 Liberaciones al Aire

Las liberaciones al aire se producen a partir de

#### 3.1.4.2 Liberaciones al Agua

Las liberaciones de PCDD/PCDF al agua pueden producirse mediante la descarga de efluentes o

aguas residuales, la escorrentía desde lugares contaminados, lixiviados de botaderos de desechos, vertido de desechos y la aplicación de sustancias químicas contaminadas con dioxina como la aplicación de plaguicidas, entre otros. Las liberaciones de PCDD/PCDF al agua pueden producirse siempre que los PCDD/PCDF se hayan formado en procesos de producción industrial o hayan ingresado en procesos industriales junto con los materiales de entrada o hayan sido lixiviados a partir de un depósito.

#### Casos de liberación al agua:

- Descarga de efluentes líquidos o aguas residuales, a partir de la producción de pasta y papel, especialmente cuando se usa cloro elemental;
- Descarga de efluentes líquidos a partir de procesos de producción química, especialmente cuando se usa cloro elemental;
- Descarga de efluentes líquidos procedentes de la utilización de conservadores o productos de teñido de textiles, cuero, madera, etc., contaminados con dioxinas;
- Otras descargas de efluentes líquidos procedentes de procesos que se han identificado están asociados a PCDD/PCDF en al menos uno de los otros cuatro compartimentos y/o medios ambientales, o
- Descarga de aguas servidas a partir de operaciones domésticas normales (máquinas de lavar, lavavajillas, etc.), cuando estén presentes tejidos, otros textiles y/o detergentes que contengan PCDD/PCDF.

#### 3.1.4.3 Liberaciones al Suelo

Las liberaciones de PCDD/PCDF al suelo pueden dividirse en tres clases: Productos contaminados por PCDD/PCDF, los cuales son aplicados directamente al suelo, residuos de un proceso abandonado o aplicado al suelo, PCDD/PCDF depositados en el suelo a través de procesos ambientales.

En todos los casos, el suelo sirve de sumidero para los PCDD/PCDF y a partir de éste pueden liberarse para pasar a la cadena alimentaria cuando son captados por las plantas y/o animales. Los ejemplos incluyen:

- Utilización de productos o desechos contaminados con PCDD/PCDF, por ejemplo, plaguicidas, preservantes de la madera;

- Aplicación de lodos residuales en la agricultura o compostado en jardines;
- Evacuación directa al suelo de desechos que contienen PCDD/PCDF; un ejemplo serían las cenizas remanentes de la combustión, tales como las procedentes de la quema a cielo abierto sobre el terreno y de los incineradores de residuos peligrosos.

#### 3.1.4.4 Liberaciones en Productos

Las principales fuentes de contaminación ambiental por PCDD/PCDF estaban relacionadas con la producción y uso de productos químicos orgánicos clorados y con utilización de cloro elemental en la industria de la pasta y papel, sin embargo, las elevadas concentraciones de PCDD/PCDF se han hallado en fenoles clorados y sus derivados como pentaclorofenol (PCP y su sal sódica), ácido 2,4,5 triclorofenoxiacético (2,4,5-T) o bifenilos policlorados (PCB). Desechos o residuos de la producción de éstas u otras sustancias químicas cloradas también están contaminados con PCDD/PCDF.

La eliminación o reducción de los PCDD/PCDF puede conseguirse a través de:

- Sustitución de productos a través de prohibiciones de producción y de uso de un producto conocido por estar altamente contaminado con PCDD/PCDF, de forma tal que el proceso que genera los PCDD/PCDF no se realice más en un país.
- Modificaciones de una etapa problemática de un proceso, cambiando condiciones de proceso, o cambiando a otros materiales de entrada / insumos de modo que los PCDD/PCDF no se generen más o al menos se minimicen.

#### 3.1.4.5 Liberaciones en los Residuos

El número de procesos que pueden transferir PCDD/PCDF a desechos o residuos, los cuales mayoritariamente son sólidos, pueden llegar a ser infinitos. De todas maneras, se pueden clasificar los tipos de desechos más probables según su origen ya que los PCDD/PCDF son siempre sub productos. Entre los ejemplos figuran:

- Basura doméstica, escombros y desperdicios (municipales, industriales, peligrosos, médicos, etc.).
- Sub Productos de desecho procedentes de procesos de combustión y térmicos (cenizas vo-

lantes de equipos de depuración de gases de salida, cenizas depositadas o de fondo y hollín, etc.).

- Residuos de producción y productos residuales (lodos y residuos de producción química, lodo cloacal del tratamiento de aguas residuales, desechos de plaguicidas, aceite de desecho de transformadores, etc.).

Los PCDD/PCDF se concentran en las corrientes de desechos sólidos procedentes de la combustión y de procesos térmicos industriales, como cenizas volantes, cenizas de fondo y polvo de otros tipos. Las partículas procedentes de la combustión y de los procesos térmicos industriales contienen carbón no quemado en el cual se adsorben los PCDD/PCDF. Las cenizas volantes y los polvos finos recogidos a partir de procesos térmicos industriales contienen como subproducto PCDD/PCDF en forma concentrada, de manera tal que no se emiten al aire.

En general, los controles deficientes de los procesos de combustión y la elevada eficiencia de retención de partículas del sistema de control de la contaminación atmosférica (SCCA) hacen que las concentraciones de PCDD/PCDF sean muy altas en los residuos sólidos. La sinterización de mineral de hierro sirve como ejemplo perfecto. La combustión carece prácticamente de control en el interior del lecho de sinterizado mientras que la retención de cenizas volantes por el SCCA es muy eficiente, por lo que se recupera una gran parte del contenido de hierro de las cenizas volantes. Consecuentemente, puede esperarse que la concentración de PCDD/PCDF en las cenizas volantes procedentes de la sinterización sea significativa.

La posibilidad de que los residuos causen contaminación ambiental o la exposición a PCDD/PCDF depende en gran medida de cómo se los trate y disponga finalmente. Por ejemplo, mientras que los desechos contaminados procedentes de la industria química pueden ser incinerados, destruyéndose efectivamente todos los PCDD/PCDF presentes, el vertido de los residuos generados en un relleno sanitario puede dar como resultado la creación de una fuente reservorio. Además, los residuos de un proceso pueden utilizarse como materia prima para otro proceso y, si no se efectúan los controles adecuados, se pueden producir liberaciones de PCDD/PCDF a la atmósfera, al agua o en los productos. Aunque la movilidad de los PCDD/PCDF den-

tro de los residuos es generalmente bastante baja, como la exposición a las partículas de PCDD/PCDF da como resultado típico un alto impacto sobre el hombre y el ambiente, el Convenio de Estocolmo requiere la evaluación de todos los medios ambientales / compartimentos.

### 3.2 Puntos Calientes Potenciales

Los Puntos Calientes son los lugares que proceden de anteriores operaciones que, se sabe, estaban relacionados a PCDD/PCDF. Los Puntos Calientes tienen la posibilidad de llegar a ser una fuente en el futuro por lo que, aunque no se los incluya en el Inventario de fuentes de dioxinas con valores numéricos, resulta importante identificarlos. Por ejemplo los lugares donde se han fabricado o se están fabricando productos contaminados con PCDD/PCDF. Ello puede ser consecuencia del almacenamiento del producto, disposición como desecho o su aplicación durante un largo período.

Aunque las concentraciones de PCDD/PCDF en estos puntos calientes pueden ser muy elevadas, las liberaciones presentes pueden ser despreciables o pequeñas, dependiendo de las circunstancias de cada sitio en particular. No obstante, es preciso identificar y registrar los puntos calientes.

En muchos casos, una vez catalogados, podría no requerirse tomar acciones ulteriores si no hay una amenaza inmediata de liberación considerable. El PNUMA (2005), considera que si un punto caliente ha empezado a liberar cantidades de PCDD/PCDF se introducirá en el inventario de fuentes, tomándose nota del estado de urgencia y preparándose las medidas de remediación. En cualquier caso, es necesario realizar una valoración y una evaluación específica del lugar y del Punto Caliente.

### 3.3 Evolución de la industria nacional

La presencia de grandes, medianas, pequeñas y microempresas de la industria peruana conforman la gran variedad de sectores económicos constituidos en dos sectores principales: Primario (agropecuario, pesca, minería e hidrocarburos, manufactura de procesamiento de recursos primarios) y no primario (manufactura no primaria, construcción, comercio y servicios).

Los principales propulsores del crecimiento económico en el 2003 fueron las exportaciones y la



inversión privada. Las exportaciones siguieron mostrando el elevado dinamismo de los años anteriores (5,8%), mientras la inversión privada comenzó a recuperarse después de un descenso de los años anteriores, con una expansión del 5,3%, aunque sigue siendo muy inferior a los niveles de mediados de la década de 1990. En el año en curso, las exportaciones se siguen expandiendo a tasas elevadas y la inversión privada vuelve a crecer, especialmente en la minería, la explotación del campo de gas natural de Camisea y, en menor grado, en las actividades agrícola e industrial de exportación.

La tasa de crecimiento del consumo privado bajó a un 3,2%, debido a la evolución poco dinámica de los ingresos laborales. En estas circunstancias, el crédito al consumo, que se vio favorecido por las bajas tasas de interés, fue el componente más expansivo del financiamiento del consumo privado. En el 2003, en prácticamente todas las ramas de actividad se produjeron una declinación de la tasa de crecimiento. Sin embargo, algunos rubros siguieron mostrando un considerable dinamismo, como ocurrió sobre todo con la minería metálica, en la que se produjo un aumento de la producción de oro, plata, hierro y zinc. En el 2004 se estima que el comienzo de la explotación del campo de gas natural Camisea, revertiría el descenso de la producción de hidrocarburos que comenzó a mediados de los años noventa.

Otro sector que mostró un crecimiento relativamente elevado en el 2003 fue el de la construcción, en parte gracias a los programas de vivienda para familias de bajos y medianos ingresos, pero las limitaciones de la inversión pública han impedido que crezca aún más.

En el año 2003 la industria manufacturera presentó un ligero crecimiento en 2.6%, lo cual se sustenta por el incremento en 3.7% que registró el sector no primario. Entre las ramas que contribuyeron al crecimiento tenemos:

Actividades de impresión con una variación del 11.9%; fabricación de vehículos automotores con 10.8%, fabricación de otros productos de metal (planchas de hierro, discos y bobinas de acero) con 9.7%, minerales no metálicos especialmente la cerámica crecieron 7.3%; y la fabricación de productos textiles creció 5.2%.

Las áreas con variación negativa fueron: Fabricación de instrumentos médicos con -88%; elaboración de productos de tabaco

con -28%, curtiduría con -19%, fabricación de maquinaria con -17%; producción de la madera con -9%, producción de cables de energía en -6%.

El desarrollo de las actividades del sector primario fue en su mayoría negativo. Las áreas que presentan comportamiento positivo en su variación fueron las de producción de productos alimenticios con 3.6% debido a la elaboración de productos cárnicos y embutidos, así también la elaboración del azúcar con 9.2% por el incremento del área sembrada. En menor medida, se encuentra la fabricación de productos metálicos no ferrosos con 0.6%, como consecuencia del incremento en la producción de zinc, arsénico y cadmio por la Refinería de Zinc de Cajamarquilla.

La tendencia decreciente del sector primario se debe a la variación negativa en la elaboración de harina, aceite y conservas de pescado con -13% como resultado de la escasa disponibilidad de materia prima y en la refinación de petróleo con -2.2% por la menor producción de gasolina, queroseno y aceites lubricantes de las empresas de PETROPERU, Conchán, Texaco y La Pampilla.

### 3.3.1 Descripción de las principales actividades productivas del país

De acuerdo a los resultados preliminares del inventario de PCDD/PCDF y por el tamaño de la producción industrial, se han seleccionado tres tipos de industrias para su descripción:

- Industria azucarera
- Industria del cemento (seleccionado por el tamaño de su producción, aunque sus niveles de liberación de PCDD/PCDF son muy bajos)
- Industrias básicas de hierro y acero
- Fundiciones de metales ferrosos y no ferrosos.

#### 3.3.1.1 Industria azucarera

##### A. Evolución económica

Durante la primera mitad de la década de los 90, el Perú se convirtió en un país importador neto de azúcar. Esto llevó a iniciar un cambio de política desde 1996 con la finalidad de atraer inversionistas privados para el reflatamiento de este sector. En lo que va de la década del 2000, el Perú ha

incrementado su producción hasta prácticamente cubrir el mercado interno tanto de consumo final como consumo industrial, CENICAÑA (2001), identificándose tres sectores azucareros distintos.

- a. Grupo (A) compuesto por las empresas que lograron atraer socios comerciales que han reorientado completamente las prácticas empresariales y ha invertido en mejoras significativas en campo, ingenios y sistemas de mercadeo. Este sector viene liderando el crecimiento: Laredo (Grupo Manuelita); San Jacinto (Picasso-Candamo); Paramonga y El Ingenio (Wong), Cartavio (Empresarios Arequipeños), Chucarapi (Empresarios Arequipeños) y Pucalá (ahora la posee el Banco Wiese).
- b. Grupo (B), más pequeño, tiene empresas que no han atraído un socio comercial aún, pero

que han conseguido adaptarse a las nuevas condiciones del mercado y vienen generando resultados positivos. Entre éstas: Tumán y Andahuasi, aunque no tienen socio inversionistas vienen haciendo lo que hace el Grupo A, son buenos seguidores y están logrando salir a flote.

- c. El tercer grupo (C) está compuesto por empresas en una crisis económica muy seria y que no han logrado atraer inversión privada. Este grupo es de particular importancia dado el tamaño de su producción. La conforman: Pomalca, Tumán, Casagrande y Cayaltí; con grandes problemas económicos y sociales

En la tabla N° 3.1 se presentan las principales azucareras del Perú y su distribución nacional.

Tabla N° 3.1: Principales empresas azucareras	
Nombre	Departamento
Empresa Agroindustrial Casa Grande	La Libertad
Empresa Agroindustrial Tumán	Lambayeque
Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A.	Lima
Complejo Agroindustrial Cartavio	La Libertad
Agro Industrial Paramonga S.A.A.	Lima
Empresa Agroindustrial Pucalá S.A	Lambayeque
Empresa Agroindustrial Pomalca S.A	Lambayeque
Empresa Agroindustrial Laredo	La Libertad
Agroindustrias San Jacinto S.A.	Ancash
Cia. Peruana del Azúcar S.A	Ancash
Industrial Chucarapi Pampa Blanca	Arequipa
Coop. Agraria Azucarera Cayaltí	Lambayeque

Fuente: Ministerio de la Producción (2001)

CENICAÑA (2001), señala que se habían conformado tres grupos de empresas con características muy distintas (ver tabla N° 3.2).



Tabla N° 3.2: Indicadores de producción de las principales empresas azucareras

Empresa	Región	Área cosechada (Ha)	Rendimiento de caña (t/ha)	Rendimiento de azúcar (t/ha)	Rendimiento de azúcar (kg/t caña)	Situación	Grupo de empresa
Tumán	Lambayeque (Chiclayo)	8,541	129,67	13,42	103,52	Empresas no privatizadas	Grupo B / C
Pomalca	Lambayeque (Chiclayo)	6,864	93,65	7,46	90,28		Grupo C
Casa Grande	La Libertad (Ascope)	12,968	120,31	12,72	105,71		Grupo C
Pucalá	Lambayeque (Chiclayo)	5,788	101,71	9,27	91,12	Empresas que ya fueron privatizadas	Grupo A
Cartavio	La Libertad (Aiscope)	9,843	154,47	14,04	90,86		Grupo A
Laredo	La Libertad (Trujillo)	5,628	141,68	16,19	114,28		Grupo A
San Jacinto	Ancash (Santa)	5,857	121,41	13,13	108,19		Grupo A
Paramonga	Lima (Barranca)	7,193	132,80	13,77	103,68		Grupo A
Andahuasi	Lima (Huacho)	4,233	143,62	16,18	112,68		Grupo B
Chucarapi	Arequipa (Islay)	816	184,55	15,87	86,01		Grupo A
Cayalti	Lambayeque (Chiclayo)						Grupo C
El Ingenio	Lima (Huacho)						Grupo A
<b>PROMEDIO NACIONAL</b>		<b>67,730</b>	<b>127,59</b>	<b>12,96</b>	<b>101,59</b>		

Fuente: Instituto del Azúcar del Perú, CENICAÑA Informe Anual 2001

Se puede observar claramente que hay una re-composición de la producción entre azúcar rubia y blanca donde el **Grupo A** ha venido orientando su producción hacia el azúcar blanca o refinada de mayor valor (tanto para consumo como para uso industrial), especialmente a partir del año 2002.

Esta fuerte re-orientación ha llevado a que este grupo reduzca su producción de azúcar rubia a favor de los **Grupos B y C**. En el caso del **Grupo C**, éste ha dejado de producir completamente azúcar refinada, mientras que el **Grupo B** mantiene un cierto nivel de producción de refinada a niveles históricos.

La entrada de capitales privados a algunas de las empresas azucareras peruanas ha venido teniendo efectos positivos en los niveles productivos agregados, notándose una mayor orientación hacia el segmento más rentable del azúcar refinado por parte de las empresas con capital privado.

El crecimiento en la producción de azúcar nacional ha estado concentrado en la expansión de la superficie de caña de azúcar más que en un aumento en la productividad como ya se señaló. Esta expansión “extensiva” se puede también observar en la evolución de la superficie cosechada, en la que se ha generado un incremento del 34% entre los años 1999 y 2003, explicado principalmente por el incremento en la superficie en los departamentos de La Libertad y Lima (donde se concentran las empresas con capital privado), mientras que la del departamento de Lambayeque permaneció invariable, creciendo sólo un 13% entre los años 1999 y 2003.

En la tabla N° 3.3 se presenta el número de establecimientos azucareros en el ámbito nacional, destacando la región de Lambayeque con el mayor porcentaje de establecimientos, 38.5%.

Tabla N° 3.3: Ubicación geográfica de las empresas azucareras al año 2000	
Ubicación	Número (%)
Ancash	1 (2.6)
Arequipa	2 (5.1)
Cajamarca	9 (23.1)
Cusco	1 (2.5)
La Libertad	7 (18.0)
Lambayeque	15 (38.5)
Lima	3 (7.6)
Tacna	1 (2.6)
<b>TOTAL</b>	<b>39 (100)</b>

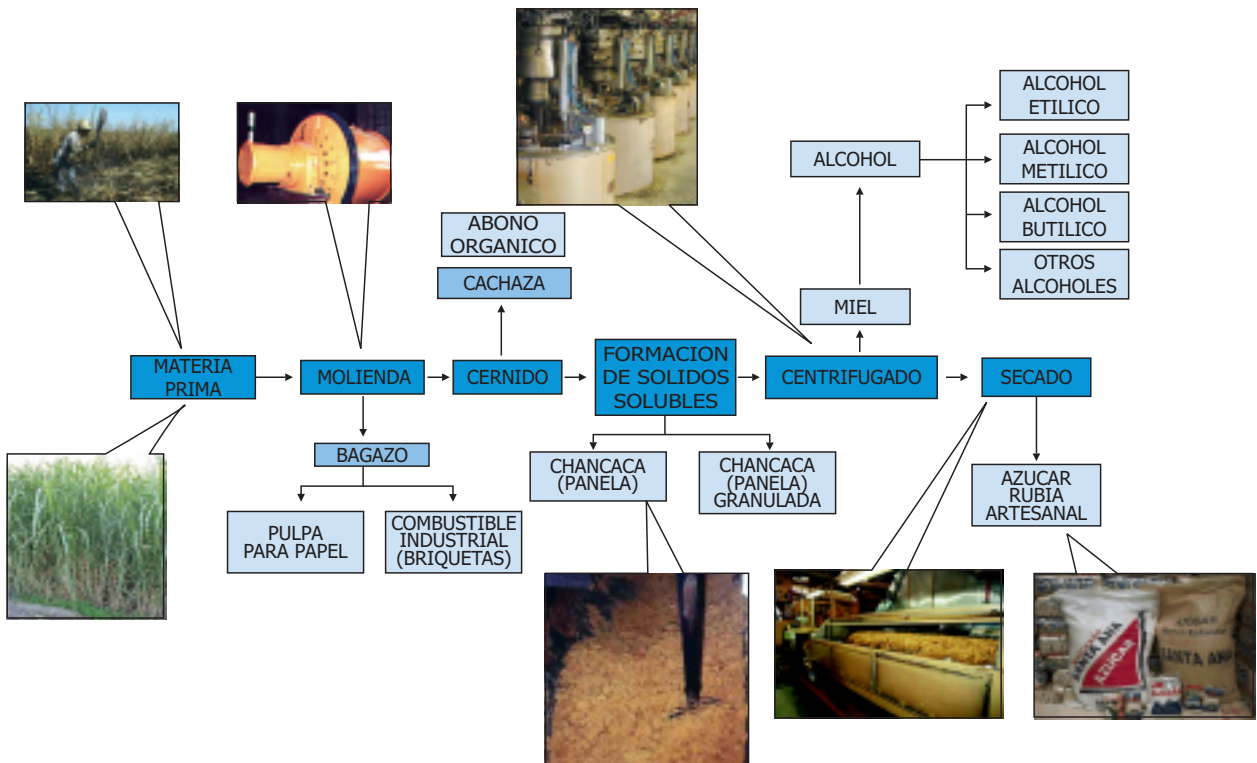
Fuente: PROCLIM (2005)

**B. Descripción de proceso de manufactura del azúcar**

La industria del azúcar está articulada directamente con el desarrollo del cultivo agroindustrial de la caña de azúcar y con la industria del papel que le provee del insumo papel para su envasado y posterior comercialización.

El proceso se inicia desde el cultivo de la caña de azúcar, luego con el corte de la caña, donde se efectúa la quema para hacer el corte, recepción de caña, Preparación de caña → molienda, clarificación / filtración, evaporación → cristalización / centrifugación → empaque de azúcar. Como se muestra el diagrama de la figura N° 3.2.

**Figura N° 3.2 Diagrama de la elaboración del azúcar**



### 3.3.1.2 Industria del Cemento

#### A. Evolución Económica

En los años 93, 94 y 95 se registraron los mayores crecimientos en producción con 12,9%, 30% y 19,3% respectivamente. Con respecto a 1994, en 1998 sólo registró un crecimiento de 1% y en 1999 decreció en 12,5%, como consecuencia de la desaceleración de la actividad constructora. En el año 2000 nuevamente se experimentó un descenso de 10%.

La industria del cemento tiene una capacidad combinada anual de aproximadamente 7 millones de toneladas de cemento. La producción del año 2003 fue de 3 739 916,5 toneladas y de 462 778,0 toneladas de cemento puzolánico con un aumento del 2.51% con relación al año 2002.

En el país, la industria del cemento se encuentra representada por seis plantas, como se muestra en la tabla 3.4.

Tabla 3.4: Producción de Cemento Año 2003		
Nombre	Ubicación	Producción Año 2003 (TM)*
		Total
Cementos Lima	Lima	1 855 032
Cemento Andino	Junín	869 928
Yura S.A.	Arequipa	504 928
Cementos Selva	San Martín	112 858
Cementos Pacasmayo	La Libertad	713 415
Cementos Sur	Puno	146 602
<b>TOTAL</b>		<b>4 202 763</b>

\* Asociación de productores de cemento del Perú (ASOCEM).

Las plantas tienen una capacidad de producción que varía en el rango de 50 000 toneladas a 4,5 millones de toneladas por año.

#### B. Descripción de proceso de manufactura del cemento

Entre las etapas más importantes del proceso destacan las siguientes: Recepción de materias primas, molienda de caliza, molienda de carbón, calcinación y molienda de cemento

En el país se usan dos procesos principales para la fabricación del cemento:

1. El proceso seco donde las materias primas son reducidas a un tamaño apropiado, luego son molidas, mezcladas y alimentadas al horno para formar el clinker.
2. El proceso húmedo, difiere del anterior en que para adecuar la materia prima, se agrega agua durante la molienda, luego el material es agregado al horno en la forma de un lodo (slurry).

En la Tabla N° 3.5 se muestra los diferentes tipos de hornos de las industrias de cemento.

Tabla N° 3.5: Tipos de Hornos en las Industrias de Cemento				
EMPRESA	HORNOS			
	Seco	Pre calentador	Pre calcinador	Húmedo
Cementos Lima (1)	2	2	1	-
Cemento Andino (3)	2	-	2	-
Yura S.A.	2	2	-	-
Cementos Selva (4)	1	-	-	-
Cementos Pacasmayo (2)	2	1	1	-
Cementos Sur	-	-	-	2
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

- (1) 01 horno de Cementos Lima tiene sistema combinado de pre calentador y pre calcinador, y el otro horno sólo pre calentador
- (2) C. N. Pacasmayo no incluye el horno de cal de 250 TM/día, que es de proceso seco, sin pre calentador ni pre calcinador
- (3) Cemento Andino no incluye el horno 1 de 250 TM/día, que se encuentra parado por decisión de la empresa
- (4) Cemento Selva actualmente está instalando un horno de proceso seco de 300 TM/día

En total, 9 hornos de cemento operan en proceso seco y representan el 96% de la producción del clinker nacional. Uno de estos hornos es vertical, con una capacidad de 50 mil toneladas al año. Sólo hay 2 hornos que operan en proceso húmedo que significa el 4% de la producción nacional como se muestra en la Tabla N° 3.5. Sólo Cementos Sur utiliza un proceso húmedo para producir clinker de cemento.

**3.3.1.3 Industrias básicas de hierro y acero**

**A. Evolución económica**

La evolución de la industria básica de hierro y acero durante la década está marcada por dos etapas: entre 1991 - 1998 la producción física creció de manera acelerada impulsada por una evidente recuperación del sector construcción y por la culminación del proceso de privatización de la empresa Sider Perú S.A., lo que contribuyó en la ampliación de los niveles de producción de esta rama industrial. En este lapso su tasa media anual de crecimiento alcanzó el 11,9%. Esta tendencia creciente de la producción alcanzó su máximo nivel en 1998, a partir de este año, hubo tendencia negativa que coincide con el inicio de la recesión del sector construcción y del incremento de los niveles de importaciones de productos siderúrgicos procedentes de Rusia y Ucrania a precios subvaluados. En el período 1998-2003 la producción de esta industria decreció a una tasa promedio anual de -1,5%. Como

se señaló, las perspectivas de crecimiento están ligadas a la recuperación del sector construcción. Durante el año 2003, la industria de hierro y acero ha crecido en un 8% con respecto al año 2002 (Ministerio de la Producción, 2003).

Cabe mencionar que se ha considerado únicamente a la Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. (SIDERPERÚ) y a Corporación Aceros Arequipa S.A. como las empresas representativas de las industrias básicas de hierro y acero. En el año 2003, según PRODUCE, la producción fue de 619 791,8 toneladas, la misma que corregida para el universo de empresas sería de 639 774,03 toneladas de hierro y acero (PROCLIM, 2005). Asimismo, en el sub sector Fundición de Hierro y Acero, se consigna una producción de 80 522,2 toneladas de bolas de acero. Por otro lado, en las Fundiciones de Metales No Ferrosos, se consigna una producción de 2 266,7 toneladas de aluminio.

En la tabla N° 3.6 se presentan el número de establecimientos de producción de hierro y acero y su distribución regional. Se cuenta con alrededor de 530 establecimientos entre grandes, medianas y pequeñas industrias y como puede apreciarse en dicha tabla, la región Ancash tiene casi el 50% de la producción total nacional y la región Ica tiene el 29% de la producción nacional, que suman el 79 % de la producción nacional en sólo 6 establecimientos de los 530.

<b>Tabla N° 3.6: Número de establecimientos de Producción hierro y acero y su distribución regional. Año 2003.</b>		
<b>REGIÓN</b>	<b>No. Establecimientos</b>	<b>Porcentaje de producción</b>
ANCASH	22	49,52
APURÍMAC	1	0,003
AREQUIPA	9	9,81
AYACUCHO	3	0,01
CAJAMARCA	35	0,10
CALLAO	48	1,51
CUSCO	12	0,04
HUANCAVELICA	1	0,00
HUÁNUCO	7	0,02
ICA	5	28,72
JUNÍN	8	0,02
LA LIBERTAD	21	0,07
LAMBAYEQUE	5	0,02
LIMA	297	10,00
LORETO	9	0,03
MADRE DE DIOS	1	0,01
MOQUEGUA	2	0,01
PIURA	27	0,08
PUNO	7	0,02
SAN MARTÍN	3	0,01
TUMBES	2	0,01
UCAYALI	5	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>530</b>	<b>100</b>

Fuente: EEA (2003) y SUNAT (2003). PROCLIM (2005)

En la tabla N° 3.7 se presentan las principales empresas y su aporte en la producción de hierro y acero.

Tabla N° 3.7: Principales industrias de hierro y acero		
EMPRESA	DEPARTAMENTO	Porcentaje de aporte a la producción (%)
Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A.	ANCASH	49,0
Corporación Aceros Arequipa S.A.A.	ICA/AREQUIPA	35,0
Metalúrgica Peruana S.A.	LIMA	4,5
Moly Corp Adesur S.A.	AREQUIPA	3,6
Fundición Callao S.A.	CALLAO	0,9
<b>TOTAL</b>		<b>93,0</b>

Ministerio de la Producción - PRODUCE. Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística. Encuesta Económica Anual de la Industria Manufacturera - Año 2003.  
 Ministerio de la Producción - PRODUCE. Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística. Muestra de los principales productos para la elaboración del Índice de Volumen Físico - Año 2003.  
 Ministerio de la Producción - PRODUCE. Dirección de Medio Ambiente de Industria. Estudios Existentes en la Biblioteca.  
 Consejo Nacional del Ambiente - CONAM. Diagnóstico del Sub sector Fundición. Diciembre, 2003.

**B. Procesos de transformación**

Los procesos siderúrgicos se distinguen de los procesos de fundición en el hecho de que los primeros, poseen una mayor capacidad de producción y elaboran productos finales básicos del tipo planos y no planos, tales como laminados y barras de construcción, entre otros.

Los productos siderúrgicos se obtienen tratando los minerales de hierro con alto horno o por reducción directa.

**El Alto Horno:** El alto horno procesa minerales de hierro (concentrados) y los convierte en hierro fundido (hierro gris), el cual se vende a las fundiciones para hornos de cubilotes u otros.

**El Horno de Reducción Directa:** Es un horno similar pero de dimensiones menores. Procedimientos de fabricación de acero.

**Procedimientos de fabricación de acero**

El acero se fabrica a partir del arrabio (hierro

fundido), utilizándose cada vez más chatarra de acero de todas las clases.

El proceso de reducción directa es la primera fase para la elaboración de acero, en donde se obtiene como producto el “hierro esponja”. A través de la fundición del hierro esponja con una cierta cantidad de chatarra (en horno eléctrico), se obtiene finalmente el acero.

Existen en el Perú dos empresas siderúrgicas principales: Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A., cuya Planta se ubica en Chimbote, Ancash; y Corporación Aceros Arequipa S.A., cuyas Plantas se ubican en Pisco, Ica (Planta de hierro esponja, acería y laminación) y en Arequipa (sólo laminación).

**Proceso de galvanizado en caliente**

El proceso de galvanizado consiste en recubrir con una capa de zinc u otro metal por inmersión en caliente (450° C) las chapas de acero.

**3.3.1.4 Fundición de metales**

El proceso de fundición de metales es el proceso mediante el cual la materia prima es llevada desde un estado sólido a un estado líquido por medio del aporte de calor proporcionado por energía eléctrica o combustibles fósiles (ver Figura 3.3: Diagrama de Flujo de Fundiciones).

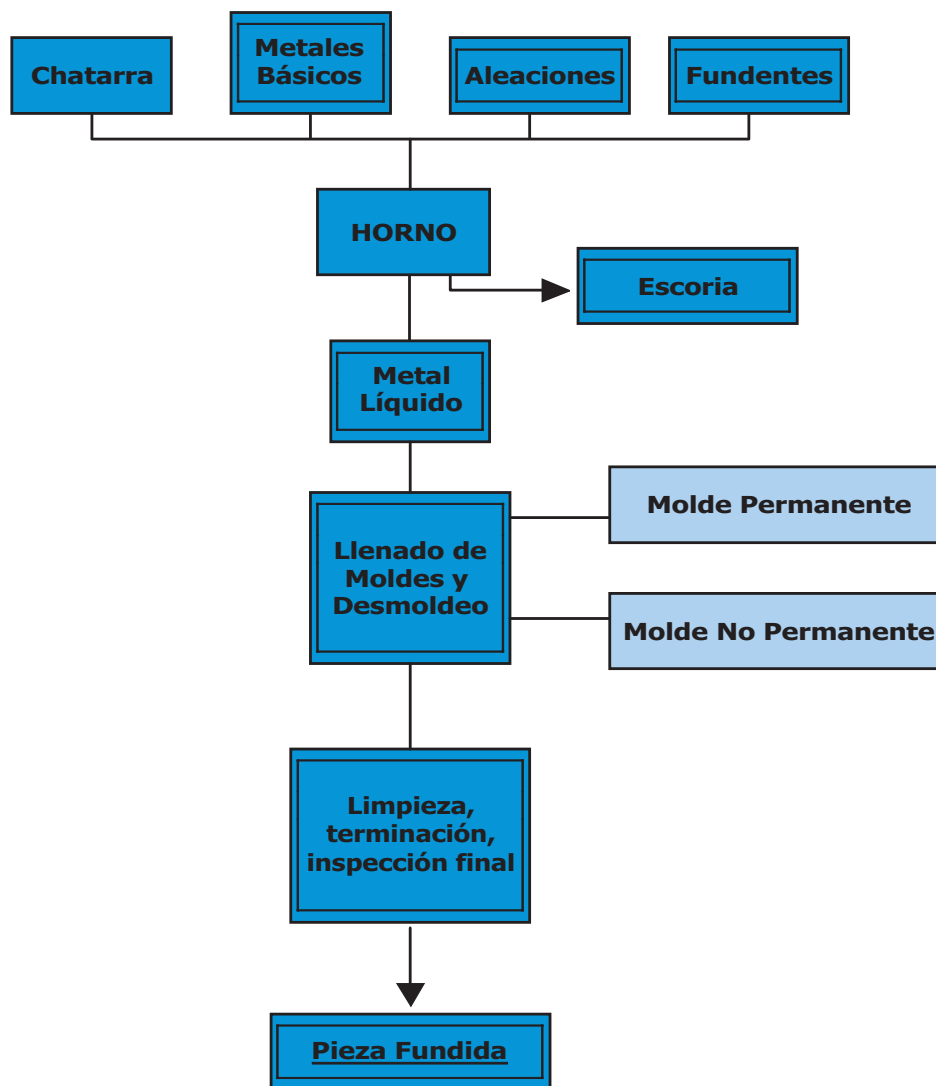
En procesos de fundición se distingue entre:

- Fundición hierro y acero
- Fundición de metales no ferrosos

En el caso de las fundiciones no ferrosas, las materias tienen temperaturas de fusión entre

500°C y 1000 °C, por lo que la potencia específica requerida no es muy elevada, pudiendo lograrse con diversos métodos, tales como quemadores a petróleo, resistencia eléctrica, inducción eléctrica, etc. En las fundiciones no ferrosas se utilizan principalmente hornos de crisol, a petróleo, parafina o resistencias eléctricas. En el caso de las fundiciones ferrosas, la temperatura de fusión se eleva considerablemente a 1600 °C, por lo que se requiere de altas potencias específicas para lograr fundir los materiales. En las fundiciones ferrosas se utilizan hornos de inducción, de arco eléctrico y cubilotes.

**Figura N° 3.3: Diagrama del proceso de fundición de metales**



### Procesos de Metalmecánica

De forma complementaria a los procesos de fundición, están los procesos de metalmecánica que comprenden actividades de maquinado, soldadura, deformación plástica y fría, tratamiento térmico y galvánico, así como recubrimientos. El tratamiento galvánico o galvanoplastia es una actividad de alto consumo de energía e impacto ambiental debido a la presencia de elementos tóxicos en su operación. Este proceso comprende operaciones diversas, entre ellas el zincado, cadmiado, cobreado, niquelado, cromado y anodizado.

### Principales tecnologías en las fundiciones

Las tecnologías aplicadas en procesos de fundición, están estrechamente ligadas al tipo de hornos empleados. En este sentido, dependiendo del tipo de estructura, capacidad y tipo de energía que utilizan, se distingue entre estos:

Hornos de crisol o reverbero, hornos de cubilote, hornos rotativos, hornos de inducción magnética, hornos de arco eléctrico, arco directo, arco indirecto.

### Productos de fundiciones no ferrosas:

Según el metal fundido:

- Cobre y sus aleaciones: Las aleaciones de cobre son principalmente los bronce y los latones.
- Aluminio y sus aleaciones: Este metal se importa en su totalidad.
- Plomo y sus aleaciones: Proviene casi en su totalidad de las baterías de vehículos que poseen casi 8 kg de plomo.

En la tabla 3.8, se presentan los porcentajes de aporte regional a la producción nacional de metales no ferrosos.

**Tabla N° 3.8: Distribución de los establecimientos de producción de metales no ferrosos (fundiciones)**

REGIÓN	Número de establecimientos	Porcentaje de aporte (%)
ANCASH	8	0,59
APURÍMAC	1	0,06
AREQUIPA	15	0,89
AYACUCHO	2	0,2
CAJAMARCA	5	0,30
CALLAO	33	49,73
CUSCO	16	0,95
HUÁNUCO	1	0,06
ICA	16	1,22
JUNÍN	8	0,47
LA LIBERTAD	9	0,53
LAMBAYEQUE	12	0,71
LIMA	335	41,42
LORETO	10	0,59
MADRE DE DIOS	1	0,06
MOQUEGUA	3	0,18
PIURA	7	0,41
PUNO	4	0,97
SAN MARTÍN	1	0,06
TACNA	1	0,51
TUMBES	2	0,12
UCAYALI	1	0,06
<b>TOTAL</b>	<b>491</b>	<b>100,00</b>

Fuente: PROCLIM (2005)



En la tabla N° 3.9 se presenta la producción de metales no ferrosos en toneladas

<b>Tabla N° 3.9: Producción de metales no ferrosos año 2000</b>	
<b>Tipo de Metal</b>	<b>Toneladas</b>
Zinc	39 073,64
Cobre	15 897,87
Plomo	2 051,83
Aluminio	1 397,43
Plata y oro	15,27

Fuente: PROCLIM (2005)

En la tabla N° 3.10 se presenta las principales empresas que elaboran productos metálicos no ferrosos.

<b>Tabla N° 3.10: Principales empresas de metales no ferrosos</b>	
<b>EMPRESA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>
Industrias Electroquímicas S.A.	CALLAO
Tecnofil S. A.C.	LIMA
Fundición Ventanilla	LIMA
Fundición Callao	LIMA

Fuente: Ministerio de la Producción (2001)

### 3.4 Descripción de los servicios de salud en el país

El manejo de los desechos hospitalarios que se realiza en el país, según el Diagnóstico Situacional del Manejo de los Residuos Sólidos de Hospitales para 1994, en capitales departamentales del país, es ineficiente en los aspectos normativos, técnico operativos y de entrenamiento del personal.

Según el INEI (2001), el Perú cuenta con 250 hospitales distribuidos en el sub sector públi-

co: Ministerio de Salud y Essalud, y Fuerzas Armadas y Policiales (FFAA), en estos establecimientos son donde se identifican la mayor cantidad de desechos hospitalarios, los mismos que son incinerados o quemados. Según la encuesta de hogares del año 2001, el 51,79 % se atendió en los establecimientos del MINSA (Puestos y centros de salud: 40% y hospitales: 11,79%), un 19,64 % lo hizo en Essalud, un 10,52% en establecimientos privados, 1,81% en hospitales de las FFAA y un 11,23% sólo recurrió a una farmacia (Tabla N° 3.11).

<b>Tabla N° 3.11: Número de Establecimientos de Salud en Perú</b>				
<b>Institución</b>	<b>Tipo de Establecimiento</b>			
	<b>Hospital</b>	<b>Centros de Salud</b>	<b>Puestos de Salud</b>	<b>Total</b>
<b>Sector Público</b>				
MINSA	139	1 115	4 954	<b>6 208</b>
Essalud	91	38	192	<b>321</b>
Fuerzas Armadas y Policiales	20	81	57	<b>158</b>
<b>Subtotal</b>	<b>250</b>	<b>1 234</b>	<b>5 203</b>	<b>6 687</b>
<b>Sector no Público</b>				
Privado	224	440	16	<b>680</b>
Otros	12	104	18	<b>134</b>
<b>Subtotal</b>	<b>236</b>	<b>544</b>	<b>34</b>	<b>814</b>
<b>TOTAL SECTOR</b>	<b>486</b>	<b>1 778</b>	<b>5 237</b>	<b>7 501</b>

Fuente: INEI (2001) a) MINSA: Segundo Censo de infraestructura y Recursos del Sector 1996. Oficina de estadística e informática 1996. b) ESSALUD: Estadísticas de Prestaciones de salud 1999. Gerencia de Centro de Finanzas en preparación 2000.

La información del subsector no público corresponde a 1996.

Algunos de los establecimientos de salud del sector público (MINSA), cuentan con hornos quemadores que presentan una sola cámara de combustión, con alimentación por lotes y con ausencia o presencia mínima de sistemas de control de contaminación atmosférica. Los hornos quemadores se encuentran, en algunos casos, inoperativos desde hace varios años debido a problemas técnicos y económicos, sin embargo ciertos establecimientos vienen realizando el quemado de sus desechos hospitalarios a cielo abierto. A diferencia, los establecimientos de Essalud, cuentan con mejores infraestructuras, de manera que si cuentan con incineradores que presentan doble cámara de combustión y sistemas de control de contaminación atmosférica. La incineración se realiza de una manera controlada y en mejores condiciones de operación que garantizan una mejor combustión de los residuos hospitalarios. También algunos hospitales o clínicas entregan sus residuos hospitalarios a empresas prestadoras de servicio de residuos sólidos (EPS - RS) como DESCON, que los incinera y dispone las cenizas en el relleno sanitario El Zapallal.

### 3.5 Descripción de la disposición final de los residuos sólidos en el Perú

Las Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS) y las Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos (EC-RS), que son parte del Sistema de Manejo de Residuos Sólidos de la Ley General de Residuos Sólidos y su reglamento, contribuyen significativamente en la gestión integral de los residuos sólidos. Las EPS-RS están formalizadas a través de los registros administrados por la DIGESA.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la Encuesta Nacional de la Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos 2002, realizado por la Organización Panamericana de la Salud, se ha encontrado que para Perú en el año 2001, el medio urbano representaba el 69% de la población, generando como residuo domiciliario un promedio de 0,53 kilogramos por persona y por día, kg/per/día, resultando una generación promedio por distrito entre 0,367 y 0,780 kg/per/día. En zonas de selva se aprecian altas generaciones de residuos, entre 0,576 y 1,227 kg/per/día. El total de residuos de origen municipal, sin incluir residuos de construcción, expresado en función de la población, alcanza para el país un promedio de 0,711 kg/per/día, lo que

significa una generación de 12 986,23 toneladas diarias de residuos sólidos del ámbito municipal urbano a nivel nacional.

La composición de los residuos expresa una preponderancia de la materia orgánica putrescible con un 54,5% en peso, mientras que los materiales altamente reciclables como el papel, cartón, plásticos, metales, textiles, cueros, cauchos y maderas representan el 20,3% y el resto de materiales no reciclables constituyen el 25,2% en peso. La cobertura de los servicios es aún baja, del 100% de residuos sólidos municipales generados se dispone en rellenos sanitarios el 19,7% y en botaderos controlados el 46%, se recicla el 14,7% y se vierte al ambiente el 19,6%. La cobertura de recolección de residuos sólidos municipales alcanza al 73,7%. Sólo el 65,7% de residuos generados en el ámbito municipal reciben alguna forma de disposición final, es decir 8 531,95 toneladas diarias (t/d), de las cuales el 30% (2 559,58 t/d) se disponen en rellenos sanitarios mientras que el otro 70% (5 972,37 t/d) se disponen en botaderos con un control precario.

El reciclaje alcanza al 14,7% de los residuos sólidos generados en el ámbito municipal y representa 1 908,98 t/d. Este reciclaje se desarrolla a nivel domiciliario, durante la recolección y en la disposición final. Antes de la recolección, principalmente a nivel peridomiciliario, se estima un reciclaje del 6,7% (870,08 t/d).

Durante la recolección se recicla el 7,4% (960,98 t/d) y en la disposición final se estima un reciclaje del 0,6% (77,92 t/d). El principal rubro del reciclaje lo constituye el uso de materia orgánica para la crianza clandestina de cerdos.

El 60% del reciclaje corresponde a residuos orgánicos putrescibles y el 40% restante corresponde principalmente a papeles, plásticos y metales, alcanzando mayor eficiencia el reciclaje de metales. Desde el punto de vista social, sanitario y ambiental esta actividad se desarrolla de una manera marginal, en condiciones infrahumanas y con altos niveles de riesgo para la salud de los segregadores. Finalmente el 19,6% que corresponden a 2 545,30 toneladas diarias de residuos sólidos son eliminados al ambiente, siendo los ríos y playas los principales receptores. Esto representa una grave contaminación por su acumulación y persistencia en el medio, si-

tuación que pone en serio riesgo la estabilidad de los ecosistemas y la salud de las personas. En la prestación de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales, la influencia del tamaño de la localidad no es significativa, el nivel socio económico refiere mejor la calidad de los servicios. Los distritos más populosos corresponden a las zonas más deprimidas en las que la calidad de los servicios es mala. El principal factor de los problemas radica en los costos del servicio y en las tasas de recaudación en el ámbito municipal. La falta de credibilidad de las municipalidades, la débil gestión sanitaria, aunada con la indiferencia y morosidad de pago de la población hacen que la reforma del sector pase necesariamente por replantear los esquemas de costeo y cobranza.

La generación de residuos sólidos industriales para el año 2001, basada en los indicadores obtenidos en el proyecto INVENT (Benavides *et al* 1994 llevado a cabo en CEPIS para el año base 92), es de 4 700 toneladas diarias en el

ámbito nacional de las cuales el 81% corresponden a residuos peligrosos y el 19% a residuos no peligrosos. Esto significa que la generación de residuos industriales en peso equivale al 37% de la generación de los residuos municipales.

La generación de residuos sólidos industriales, es muy sensible a la situación económica y a las demandas del mercado, la producción industrial en el país es altamente fluctuante. El reciclaje en este ámbito es también importante, especialmente en lo referente a envases y embalajes, no se tienen cifras concretas pero el porcentaje de reciclaje es mucho más elevado que el registrado en los residuos sólidos municipales. Los residuos peligrosos pueden controlarse apropiadamente con dos medidas, entre otras; la declaración de la generación de residuos sólidos peligrosos y la mejora de la oferta de infraestructuras de tratamiento y disposición final. El desarrollo de capacidades es un paso previo y urgente en este campo.

## IV. METODOLOGÍA

En los últimos años, el área de “Productos Químicos” del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se ha preocupado del tema de las dioxinas y furanos, tanto por la baja cantidad de países con inventarios de dioxinas y furanos, como por las distintas formas en que se han aplicado estos proyectos, siendo muy difícil la comparación entre ellos. Por esta razón, “Productos Químicos” del PNUMA, desde 1999, ha puesto en práctica un programa relativo a los COP con el fin de ayudar a los países en la preparación de documentos con una base de datos similar. Base fundamental de los inventarios es el documento “Instrumental normalizado para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos”, cuya primera edición fue publicada el mes de mayo de 2003 y la segunda edición en febrero del 2005.

En el presente inventario se utiliza como parte de la metodología, el documento “Instrumental normalizado para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos año 2005”, Las encuestas que se han elaborado han tomado como base los requerimientos de datos de esta valiosa herramienta, de tal manera que los resultados sean comparables con otros países.

### 4.1 Ámbito del inventario

El inventario de dioxinas y furanos es de ámbito nacional. por lo que abarca todas las regiones del país.

La República del Perú es un Estado andino que se encuentra situado en la parte central y occidental de América del Sur, entre los 81°19'35" y 68°39'27" de longitud oeste y desde los 0°01'48" a 18°20'50,8" de latitud sur. Limita al norte con Ecuador, en una extensión de 1 529 km de frontera, y con Colombia, en 1 506 km de frontera; al sur con Chile, en una extensión de 169 km de frontera; al este con Brasil, en una extensión de 2 822 km, y Bolivia, en una extensión de 1 047 km de frontera, y al oeste sus costas son bañadas por el Océano Pacífico, en una extensión de 3 080 km.

La superficie total de su territorio, islas incluidas, es de 1 285 215,6 km<sup>2</sup>. En el territorio peruano se distinguen tres ambientes geográficamente bien definidos: la costa; la sierra, que constituye la zona altiplanicie andina y la selva, que es un vasto sector amazónico.

La región de la costa es una franja litoral árida de 80 a 150 km de anchura. Abarca el 10,6% del territorio peruano y vive el 52,1% de la población total. En esta franja se encuentran las principales ciudades y los puertos más importantes del país.

La región de la sierra está configurada por la cordillera de los Andes, que corre paralela a la línea de costa de forma conti-



nua, con profundas quebradas, macizos, altiplanicies, llanuras y valles longitudinales y transversales. Esta región comprende casi una tercera parte del país (31,5%) y vive el 36,9% de la población. Se extiende del suroeste al noroeste, con una anchura de 400 km en el sur y 240 km en el norte.

La región de La Selva, se extiende hasta la frontera con Brasil y forma parte de la cuenca amazónica. Está cubierta de denso bosque tropical en el oeste y espesa vegetación en el centro. Tiene la mayor extensión de las tres regiones, abarca el 57,9% del territorio del Perú y vive el 11% de la población total.

De acuerdo al Censo de 2005, se tiene una población de 27 219 264 habitantes, con una población urbana del 62% y el 38% de población rural. La esperanza de vida promedio en el período 2000-2005 es de 69,8 años.

Los recursos naturales (principales materias primas de Perú) comprenden yacimientos de petróleo en la costa noroeste y en la cuenca amazónica, y cobre en el suroeste; en diferentes puntos de la cordillera andina hay importantes centros mineros de extracción de plata, mineral de hierro, oro, plomo, cobre y zinc. Es también importante su reserva de bosques, especialmente de cedro, roble y caoba, así como su variada riqueza ictiológica.

El total de la Población Económicamente Activa (PEA) proyectada para 2003 por el INEI (2005) fue de 11 798 524,8 habitantes. De esta PEA, un 45% se dedica a la agricultura y ganadería, siguiendo en importancia la industria manufacturera y los establecimientos comerciales, que ocupan el 11,6% y 13,3%, respectivamente, de la PEA total (INEI 2005).

El Producto Bruto Interno en el año 2003 creció en 4,0% con respecto al año 2002. El PBI per cápita promedio del año 2003 creció en el 1,6% con respecto al año 2002. La tasa de desempleo fue 9,4%.

Se estima que la producción de alimentos alcanza para alimentar únicamente al 60% de la población, el déficit se cubre por alimentos importados. Hasta el año 1995, la balanza comercial presentaba una variación anual positiva de 20,4%, siendo sus principales productos de exportación el pescado, algodón, azúcar y café, y en los minerales, que es la

principal fuente para la captación de divisas, el cobre, hierro, plata refinada, plomo, zinc y petróleo.

#### 4.2 Recopilación de la información de los sectores existente en el ámbito nacional

Con el fin de obtener datos primarios y secundarios, se realizaron las siguientes actividades:

- Acreditación del consultor encargado del inventario de dioxinas y furanos del Proyecto COP ante los Directores de Medio Ambiente de cada uno de los Ministerios, Municipalidades, DISAS, entre otras instituciones.
- Presentación del plan de trabajo sobre el desarrollo del inventario de dioxinas y furanos ante los representantes del Sub Comité Nacional de Coordinación de Dioxinas y Furanos (SCNCDyF).
- Visitas a las oficinas de Medio Ambiente de los Ministerios, Municipalidades, DISAS, Gremios Industriales, SNI, SNMPE a fin de conocer las bases de datos que manejan y que pueden ser útiles para realizar el inventario.
- Búsqueda de información en internet, relacionada con temas de dioxinas y furanos (procesos más contaminantes, proyectos similares realizados en otros países, principales vías de contaminación, etc.).
- Búsqueda bibliográfica de las principales actividades productivas del país.
- Recopilación de información acerca de las principales empresas industriales del país.

#### 4.3 Diseño y aplicación de cuestionarios

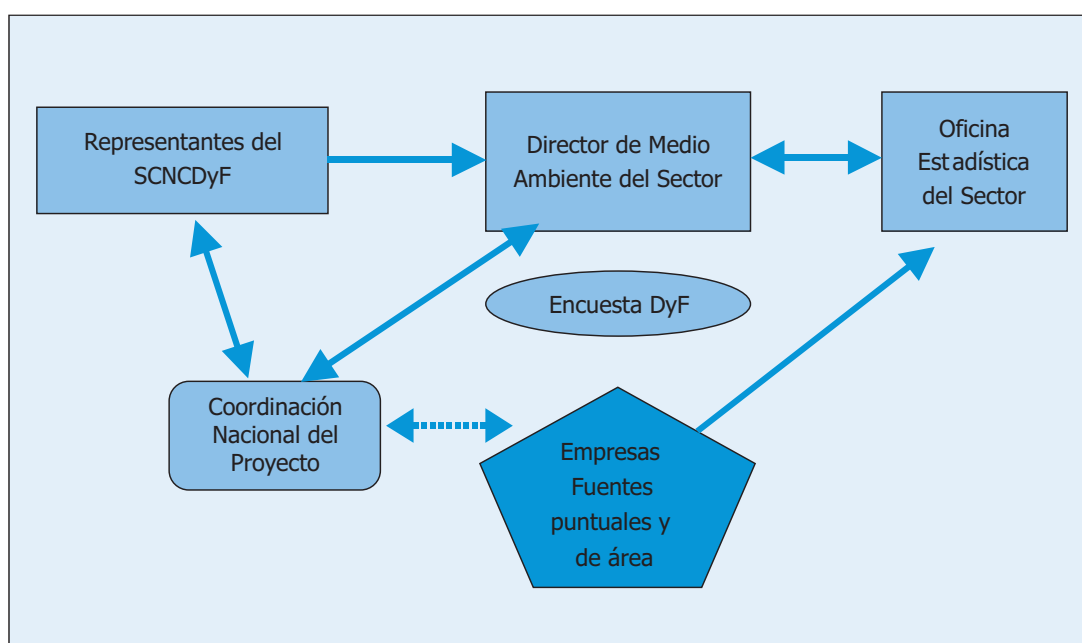
- Se diseñaron los cuestionarios sobre la base de la metodología recomendada por el Instrumental Normalizado del PNUMA (2005). Se hizo una encuesta por cada actividad y para cada sector: minero, hidrocarburos, industrial y servicios de salud.
- Se coordinó con las Directoras de Medio Ambiente del Sector Producción (Pesquería e Industrias), Director General de Minería y Director General de Hidrocarburos para que el envío de las encuestas a las empresas se realice con los logos y firmas de los sectores a donde están inscritas las empresas. Las encuestas a los hospitales y EPS fueron solicitadas por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), y a través de las DESAs.



- Se elaboraron directorios de las empresas industriales, mineras, pesqueras y hospitales y EPS del año 2003.
- Se elaboraron las encuestas a aplicar en las empresas.
- Se enviaron las encuestas a las diferentes empresas.
- Se hizo control de la recepción de las encuestas.
- Se hizo el seguimiento de las encuestas dirigidas a las empresas, para obtener un mayor número de respuestas.

Se estableció un nivel de comunicación transversal y permanente, entre la Coordinación Nacional del Proyecto y los representantes de los sectores para la aplicación de las encuestas, siguiendo el esquema que se muestra en la figura 4.1, donde se puede apreciar las rutas de comunicación para agilizar el envío y recepción de los cuestionarios, así como, para solicitar el apoyo para la adquisición de datos básicos para el inventario de PCDD/PCDF de la Oficina de Estadística de sus respectivos sectores.

**Figura N° 4.1: Esquema sobre la Comunicación entre los Sectores y la Coordinación Nacional del Proyecto para la aplicación de las encuestas**



#### 4.4 Diseño e implementación de una estrategia orientada al desarrollo de una conciencia institucional y de los actores involucrados

Esta actividad se enfocó mediante la implementación de 4 actividades:

- Realización de talleres Macro regionales informativos, en la Macro región Norte (Chiclayo), Sur (Arequipa), Central (Lima) y Central andina (Huancayo).
- Confección de un díptico informativo básico sobre dioxinas y furanos.
- Realización de talleres dirigidos a los gremios.
- Conformación del Sub Comité Nacional de Coordinación de Dioxinas y Furanos - SCNCDyF y realización de reuniones de validación.

##### 4.4.1 Talleres informativos Macro regionales

Se realizaron 4 talleres informativos al inicio del proyecto.

Los talleres sobre el Proyecto de desarrollo del inventario nacional de dioxinas y furanos se realizaron durante los meses de julio y agosto del 2005, en las regiones norte, central (con la participación de regiones del oriente), sur y en la región centro andina; en estos talleres participaron representantes tanto del sector público como privado, con una concurrencia de cerca de 50 personas en promedio en cada uno de ellos. Los temas que se abordaron fueron los siguientes:

- Presentación del proyecto “Inventario Nacional de Fuentes de Emisión de Dioxinas y Furanos”

- Antecedentes técnicos sobre dioxinas y furanos
- Descripción del Plan de trabajo sobre “Inventario Nacional de Fuentes de Emisión de Dioxinas y Furanos”
- Estrategias para la obtención de información de fuentes de dioxinas y furanos.
- Capacitación en el llenado de las encuestas.

#### 4.4.2 Confección de un informativo básico sobre dioxinas y furanos.

Este díptico fue confeccionado con el apoyo logístico de la Coordinación del Proyecto. El díptico elaborado se ha repartido en los talleres macro regionales, y constituye una herramienta de apoyo sobre el tema de las dioxinas y furanos, y también refuerza la difusión para entender los daños a la salud y al ambiente que pueden ocasionar la liberación de estos contaminantes orgánicos persistentes.

#### 4.4.3 Talleres informativos dirigidos a los Gremios y Municipalidades.

Se realizaron reuniones informando sobre las actividades relacionadas con la liberación de PCDD y PCDF dirigidos a las municipalidades

de los distritos de Lima Metropolitana (taller), una reunión informativa dirigida a los representantes de las empresas mineras con el auspicio de SNMPE y otra con los agremiados de la Sociedad Nacional de Industrias.

#### 4.4.4 Conformación del SCNDyF y realización de reuniones de validación.

En total se realizaron cuatro reuniones de trabajo con el Subcomité Nacional de Coordinación de Dioxinas y Furanos (SCNCDyF).

- Se convocó a una primera reunión de trabajo para conformar el Subcomité Nacional de Coordinación de Dioxinas y Furanos y también para validar los cuestionarios elaborados a remitirse a las empresas productoras y de servicios.
- En la segunda reunión se presentó los avances sobre el desarrollo del inventario de dioxinas y furanos y se solicitó el apoyo de todos los sectores para la remisión de información.
- En la tercera reunión se presentó un primer borrador del inventario de dioxinas y furanos desarrollado.
- En la cuarta reunión se presentó el inventario final en borrador, comprometiendo a algunos para la validación respectiva.



**Foto N° 4.1: Primera reunión del SCNCDyF en el auditorio de PRODUCE**





**Foto N° 4.2: SCNCDyF validando las encuestas sobre dioxinas y furanos**

En la tabla N° 4.1 se presenta la relación de las organizaciones e instituciones que participaron en el SCNCDyF.

<b>Tabla N° 4.1 Principales Instituciones que participaron en el Sub Comité Nacional de Coordinación de Dioxinas y Furanos</b>	
Institución	
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
PRODUCE - PESQUERÍA	Ministerio de la Producción ( Dirección Nacional de Medio Ambiente de Pesquería)
PRODUCE - INDUSTRIAS	Ministerio de la Producción ( Dirección de Medio Ambiente de Industrias)
MINEM	Ministerio de Energía y Minas ( Dirección General de Minería)
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
ETNA	Empresa de baterías ETNA
SUNAT/ADUANAS	Superintendencia Nacional de Administración Tributaria-Aduanas
INIEA	Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria
SNM PE	Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía
SNI	Sociedad Nacional de Industrias
DISA I	Dirección de Salud Callao
DISA IV	Dirección de Salud Lima Este
DISA II	Dirección de Salud Lima Sur
DISA III	Dirección de Salud Lima Norte
DISA V	Dirección de Salud Lima Ciudad
IMARPE	Instituto del Mar del Perú
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad Agraria
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental
OSINERG	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
CGBVP	Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú
DGM	Dirección General de Minería del MINEM
UNMSM	Universidad Nacional Mayor de San Marcos
UNFV	Universidad Nacional Federico Villarreal

#### 4.5 Organizaciones, empresas e instituciones participantes

Para el desarrollo del presente inventario nacional de fuentes de liberación de dioxinas y furanos, fue necesaria la interacción con diferentes organizaciones, empresas e instituciones, las cuales entregaron gran parte de la información base para el desarrollo de este inventario. En la tabla N° 4.1 se presenta un listado con las principales instituciones consultadas.

Respecto a las empresas que fueron consultadas durante el desarrollo del inventario, se pueden mencionar las asociadas a la incineración de desechos hospitalarios, fundiciones de metales, empresas generadoras de energía, industrias de papel, de cemento, de ladrillo y cerámicas, industrias mezcladora de asfalto, industria química y de los plásticos, industria del vidrio, industria textil y curtiembre.

#### 4.6 Recopilación de información relevante para el proyecto

Para recopilar información relevante, se desarrollaron varias actividades asociadas:

- Envío de encuestas por correo y/o fax.
- Envío de encuestas vía correo electrónico.
- Reuniones y visitas a las empresas.
- Entrevistas con expertos, fiscalizadores y representantes de empresas y asociaciones.
- Colocación de las encuestas en la página WEB del proyecto COP ([www.copsperu.org.pe](http://www.copsperu.org.pe)).

##### 4.6.1 Encuestas y/o información vía correo electrónico

En la tabla N° 4.2 se presenta un resumen con el número de cuestionarios enviados y las categorías que fueron incluidas en la metodología del Instrumental normalizado del PNUMA (2005).

Tabla N° 4.2 Número de cuestionarios enviados por sectores			
Sector Producción: Industria, Pesca, Minería e Hidrocarburos	Número de encuestas enviadas	Número de encuestas resueltas	Porcentaje de respuesta
Fundiciones Metálicas	103	29	28
Industria del cemento y cal	61	7	11
Cerámica	48	8	17
Vidrio	18	1	6
Pesca	210	15	7
Papel	66	24	36
Plástico	18	6	33
Químicas	34	1	3
Textil	465	63	14
Curtiembre	285	9	3
Agroindustrias	25	2	8
Madereras	270	2	1
Mineras	35	2	6
Refinerías de petróleo	3	0	0
Sector Servicios: Salud y Empresas Prestadoras de Servicios (EPS)			
Crematorios	7	7	100
Hospitales	129	50	39
EPS	20	3	15
<b>TOTAL</b>	<b>1 778</b>		

El envío de las encuestas fue por correo, y también mediante fax y correo electrónico. Esta actividad se reforzó por la vía telefónica, para reiterar la solicitud del llenado de los cuestionarios.

En la tabla N° 4.3 se presenta la relación de instituciones públicas a quienes se les solicitó información necesaria para el levantamiento del inventario de PCDD y PCDF.

<b>Tabla N° 4.3: Relación de Instituciones a donde se han solicitado estadísticas para el inventario</b>
Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento - SUNASS.
Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú.
Intendencia Forestal y Fauna Silvestre - INRENA.
Super Intendencia Nacional Adjunto de Aduanas - SUNAT.
Gerencia de Fiscalización de Electricidad - OSINERG.
Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística - Ministerio de la Producción.
Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales-INE.
Dirección General de Asuntos Socio Ambientales Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
Oficina General de Planeamiento, Presupuesto, Estadística e Informática Ministerio de Energía y Minas.
Dirección General de Información Agraria- Ministerio de Agricultura
Dirección de Insumos y Productos Químicos Fiscalizados - Ministerio de la Producción.
Dirección Antidrogas - DIRANDRO - Ministerio del Interior.
Direcciones de Salud de Lima DISA - Ministerio de Salud

El envío de encuestas a los establecimientos de salud fue mediante las Direcciones Regionales de Salud.

#### 4.6.2 Reuniones, visitas a las empresas y entrevistas

##### 4.6.2.1 Reuniones de trabajo con la Coordinadora y Consultores

Durante las reuniones de trabajo, se trataron temas tales como análisis de observaciones a los informes de avance, aclaraciones y visitas de expertos. Estas reuniones se desarrollaron en el local de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Así también, hubo intercambio de información y opiniones con los consultores de PCB y de plaguicidas.

##### 4.6.2.2 Visitas a las empresas y servicios de salud.

En el desarrollo del inventario de PCDD y PCDF se consideró visitar a las industrias y otros establecimientos que pudieran generar y/o liberar PCDD/PCDF en tres zonas geográficas de trabajo: (A) Macro región Norte (Chiclayo), Macro región Sur (Arequipa) y la Macro región Centro (Huancayo). En Chiclayo se visitó a una empresa azucarera, para ver in situ la quema de la caña de azúcar (Foto N° 4.3).



**Foto N°4.3: Visita a los cañaverales de la Empresa POMALCA**

En la región del Centro se visitó a tres empresas mineras para reconocer in situ el manejo de los residuos sólidos y la quema de residuos

hospitalarios. En Arequipa se visitó el quemador de un hospital, una industria papelera y una empresa siderurgia (Foto N° 4.4).



**Foto N° 4.4: Visita a la empresa Aceros Arequipa**



#### 4.6.2.3 Actividades realizadas con las principales industrias y servicios de salud

##### A) Industrias de Cemento

En este rubro se revisaron los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) y los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) de las empresas de Cementos Lima, Cementos Pacasmayo, Cemento Andino y YURA S.A., y se realizó una visita a la empresa de Cemento Yura S.A. ubicada en la Región de Arequipa. Se les envió un cuestionario sobre dioxinas y furanos a todas las empresas de cemento.

##### B) Siderurgias y fundiciones

Se visitó la industria de Aceros Arequipa. Se enviaron cuestionarios a todas las siderurgias y fundiciones para obtener la producción de metales y manejo en las fundiciones en el ámbito nacional al año 2003.

##### C) Agroindustria

Se visitó la industria azucarera Pomalca. Se enviaron cuestionarios a las empresas azucareras para obtener la producción de azúcar y volumen de biomasa quemado en las calderas en el año 2003.

##### D) Industrias del Papel

Se visitó la papelera Americana S.A. en Arequipa. Se revisó el PAMA de la empresa Quimpac (Papelería Paramonga). Se envió un cuestionario solicitando información técnica de las industrias de Papel y sobre la fabricación del cloro. Así también se envió cuestionarios a las empresas de papel reciclado.

##### E) Establecimientos de Salud

Se ha visitado el Hospital Honorio Delgado en Arequipa que tiene un quemador de residuos hospitalarios. Se ha enviado un cuestionario sobre quema de desechos médicos a los principales hospitales privados y públicos del país.

##### F) Empresas Incineradoras de desechos hospitalarios

Se ha visitado a la incineradora DESCON, que quema desechos hospitalarios biocontaminados.

##### G) Direcciones Ejecutivas de Salud Ambiental

Para la identificación y cuantificación de las liberaciones de PCDD/PCDF en la categoría

referida a los residuos médicos, se llevó a cabo reuniones de trabajo con los representantes de las DESAs de Lima Metropolitana; con las demás regiones, se estableció comunicación telefónica y en los talleres macro regionales se conformó una red de dioxinas y furanos con los representantes de las DESA, enviándoles posteriormente las encuestas, para que las distribuyan en los centros de salud y a las fuentes que identificaran y que no figuraban en la base de datos de los centros de salud. La absolución de las consultas de los encuestados se realizó por estos mismos medios.

#### 4.6.2.4 Actividades realizadas con las Instituciones Gubernamentales

##### H) Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA

Reunión con el Intendente de Medio Ambiente del INRENA, donde se presentó el Proyecto COP y la necesidad de contar con la información estadística de las superficies quemadas en incendios forestales y quemas agrícolas. En este sentido, se les solicitó mediante oficio una base de datos con información regionalizada, segregada por especie.

##### I) Dirección General de Planeamiento Energético. Ministerio de Energía y Minas

Reunión con personal de la Dirección General de Planeamiento Energético y se presentó el Proyecto y la necesidad de contar con la información estadística de producción asociada al balance de energía del año 2003 que ellos manejan.

##### J) Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística del Ministerio de la Producción (PRODUCE).

Coordinación con la OGTIE de PRODUCE, para obtener la información de la Encuesta Económica Anual Industrial del año 2003 que las empresas reportan. PRODUCE nos remitió la información con la responsabilidad de no divulgarlo y sólo usarlo para fines del estudio.

##### K) Fiscalización de Electricidad de OSINERG

Coordinación con el Director de Fiscalización de Electricidad, para que brinden la información sobre las centrales termoeléctricas para el año 2003. Así también apoyen con la cuantificación de la quema de los cables eléctricos.

**L) Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas.**

Coordinación con el Director General de Hidrocarburos a fin de que brinden las facilidades para que a través de su representada se envíen los cuestionarios dirigidos a las refinerías para solicitar información del año 2003 y también nos remitan la relación de compradores de asfalto.

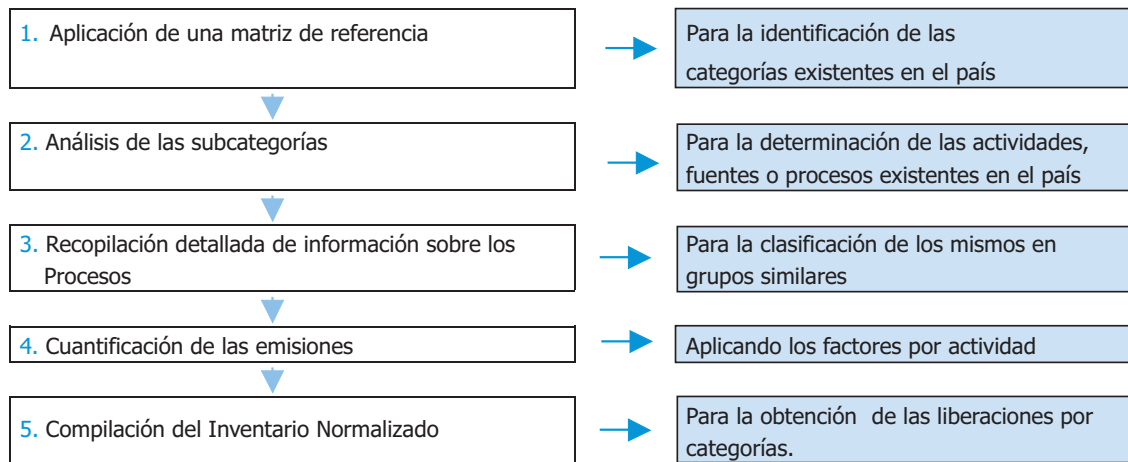
**M) Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas.**

Coordinación con el Director General de Minería, para que apoye a través de su representada, enviando las encuestas a las empresas mineras. Las encuestas fueron remitidas por correo electrónico desde la Dirección General de Minería.

**4.7 METODOLOGIA PARA LA CONFECCION DEL INVENTARIO**

Para la elaboración del Inventario Nacional de Liberaciones de PCDD/PCDF se utilizó como base el “Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos”, segunda edición 2005” y el archivo de cálculos rápidos en formato Excel, ambos elaborados por el PNUMA. El objetivo fundamental de este “Instrumental Normalizado” consiste en facilitar la estimación de la liberación anual media a cada vía ambiental (aire, agua, suelo, productos y residuos) para cada uno de los procesos identificados por categorías.

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



- En primer lugar, se utiliza una matriz aproximada de selección, para identificar las principales categorías de fuentes de PCDD/PCDF existentes en un país.
- La segunda etapa detalla esas categorías principales de fuentes, dividiéndolas en subcategorías, con miras de identificar aquellas actividades concretas que pueden liberar PCDD/PCDF.
- En la tercera etapa se utiliza la información específica de un determinado proceso, para caracterizar, cuantificar y, en último término, clasificar las fuentes de liberación de PCDD/PCDF identificadas en un determinado país o región.
- En una cuarta etapa, se calculan las liberaciones sobre la base de la información obtenida en las etapas anteriores, a través de la ecuación presentada en el “Instrumental”.

- La última etapa consiste en compilar el inventario normalizado de PCDD/PCDF, utilizando los resultados obtenidos en las etapas anteriores.

Las actividades generadoras de emisiones de dioxinas y furanos, se clasifican en categorías y subcategorías. Se usan los factores de emisión normalizados para el cálculo de cada una de las actividades contempladas en el documento titulado Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos”. Se presenta las emisiones en gramos de toxicidad equivalente (EQT) por año, usando la ecuación:

Emisión de dioxina (anual) = factor de emisión x cantidad de material procesado o producido

La aplicación de la matriz de referencia, se hizo sobre 10 categorías para clasificar las fuentes de emisiones sobre las cuales se relacionan los distintos tipos de procesos o actividades generadoras (ver tabla N° 4.4).

La liberación de PCDD/PCDF al año se calcula y presenta en gramos de equivalentes de toxicidad (EQT) por año. La intensidad de la fuente anual se calcula multiplicando la liberación de PCDD/PCDF (por ejemplo, en µg de EQT-l) por unidad de material de entrada procesado o de producto producido (por ejemplo, toneladas o litros) - lo que se denomina factor de emisión - por la cantidad de material de entrada procesado o producto producido (toneladas o litros al año) - lo que se denomina tasa de actividad.

El “Instrumental Normalizado” está previsto para preparar los datos de actividad necesarios y facilitar un medio de clasificar procesos y actividades, para las cuales es el correspondiente factor de emisión.

#### 4.7.1 Creación de una matriz que identifique las principales categorías de fuentes emisoras de dioxinas y furanos para los diferentes procesos

##### 4.7.1.1 Identificación de potenciales procesos generadores de dioxinas y furanos

La primera etapa para preparar el inventario de fuentes de PCDD/PCDF normalizado consistió en identificar las principales categorías de fuentes y las principales vías de liberación para cada categoría. Esto se debió a la gran variedad de actividades productivas realizadas, la cual resulta imposible de estandarizarla, sino por medio de una agrupación de éstas, tal como lo plantea el “Instrumental Normalizado”, el cual define 10 categorías y 5 vías de liberación. Estas son:

#### Categorías

1. Incineración de desechos
2. Producción de metales ferrosos y no ferrosos
3. Generación de energía y calor
4. Producción de productos minerales
5. Transportes
6. Procesos de quema a cielo abierto
7. Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo

8. Varios
9. Disposición final
10. Identificación de posibles puntos calientes.

#### Vías de liberación

1. Aire
2. Agua
3. Suelo
4. Productos
5. Residuos

##### 4.7.1.2 Creación de la matriz

La creación de una matriz de selección aproximada facilita una evaluación preliminar de actividades (industrias, utilizaciones de productos, actividades domésticas, etc.) que pueden liberar PCDD/PCDF a uno o más de los cinco compartimientos y/o medios.

Las principales categorías de fuentes de PCDD/PCDF que define el “Instrumental normalizado” son suficientemente amplias como para abarcar gran variedad de industrias, procesos y/o actividades conocidas como posibles causas de las liberaciones. Las diez categorías principales de fuentes previstas reúnen características comunes y tienen una complejidad manejable. En la tabla 4.4, se presenta con una “X” las principales rutas por donde se liberan las PCDD/PCDF.

##### 4.7.2 Revisión de las subcategorías de fuentes, para la identificación de las actividades y fuentes existentes en el país

Las subcategorías corresponden a subdivisiones de cada categoría, con la finalidad de agrupar de manera más específica un determinado tipo de actividad. Cada país posee un sinnúmero de actividades que no necesariamente coinciden con las de otro. Es por esta razón que la matriz utilizada en este inventario, se basa en las subcategorías propuestas en el “Instrumental Normalizado” del PNUMA, de tal manera de normalizar la búsqueda de información relacionada con las tasas de actividad y obtener valores comparables con otros inventarios.

Al igual que la matriz por categorías, se identifican los cinco compartimientos o medios hacia los cuales se pueden liberar cantidades significativas de dioxinas y furanos. Las “X” mayús-



<b>Tabla N° 4.4 Matriz con las principales categorías de fuentes</b>						
No.	Principales categorías de fuentes	Liberaciones				
		Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos
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	Transportes	X				
6	Procesos de combustión a cielo abierto	X	X	X		X
7	Producción y uso de 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	<b>Probable registro únicamente luego de una evaluación específica del sitio</b>				

culas indican la ruta de liberación para cada categoría que se considera predominante, mientras que las “x” minúsculas denotan rutas de liberación adicional que también han sido identificadas hasta ahora.

**A) Incineración de desechos**

En la tabla N° 4.5 se presentan las siete subcategorías de la categoría de incineración de desechos y las posibles vías de liberación de los PCDD y PCDF.

<b>Tabla N° 4.5: Vías de liberación Categoría N° 1. Incineración de desechos</b>						
N°	Subcategorías de las Categorías principales	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos
1	Incineración de desechos					
1a	Incineración de desechos sólidos municipales	X				x
1b	Incineración de desechos peligrosos	X	x			x
1c	Incineración de desechos médicos	X	x			x
1d	Incineración de desguace de fragmentación, fracción ligera	X	x			x
1e	Incineración de lodos cloacales	X	X			x
1f	Incineración de maderas de desecho y biomasa de desecho	X				x
1g	Destrucción de carcasa de animales	X				x

**B) Producción de metales ferrosos y no ferrosos**

En la tabla N° 4.6 se presentan las doce subcategorías de la categoría 2 sobre la pro-

ducción de metales ferrosos y no ferrosos y las posibles vías de liberación de los PCDD y PCDF.

<b>Tabla N° 4.6: Vías de liberación Categoría N° 2. Producción de metales ferrosos y no ferrosos</b>						
N°	Subcategorías de las Categorías principales	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos
<b>2</b>	<b>Producción de metales ferrosos y no ferrosos</b>					
2.a	Sinterización de metal de hierro	X				x
2.b	Producción de coque	X	x	x	x	x
2.c	Producción de acero y fundición de hierro y acero	X				x
2.d	Producción de cobre	X				X
2.e	Producción de aluminio	X				x
2.f	Producción de plomo	X				x
2.g	Producción de zinc	X				x
2.h	Producción de latón y bronce	X				x
2.i	Producción de magnesio	X	x			x
2.j	Producción de otros metales no ferrosos	X	x			x
2.k	Fragmentadoras	X				x
2.l	Recuperación térmica de cables	X	x	x		x

**C) Generación de energía y calor**

En la tabla N° 4.7 se presentan las cinco subcategorías de la categoría de Generación de

energía y calefacción y sus posibles vías de liberación de los PCDD y PCDF.

<b>Tabla N° 4.7: Vías de liberación Categoría N° 3. Generación de energía y calefacción</b>						
N°	Subcategorías de la Categoría principal	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos
<b>3</b>	<b>Generación de energía y calefacción</b>					
3.a	Plantas de generación de energía por combustibles fósiles	X				x
3.b	Plantas de generación de energía por biomasa	X				x
3.c	Rellenos/botaderos, basurales, combustión de biogás	X				x
3.d	Cocinas y calefacción doméstica ( biomasa)	X		x		X
3.e	Calefacción doméstica (combustibles fósiles)	X		x		X

**D) Producción de productos minerales**

En la tabla N° 4.8 se presentan las seis subcategorías de la categoría de Producción de

productos minerales y las posibles vías de liberación de los PCDD y PCDF.

<b>Tabla N° 4.8: Vías de liberación Categoría N° 4. Producción de productos minerales</b>						
N°	Subcategorías de las Categorías principales	Posibles Vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos
<b>4</b>	<b>Producción de productos minerales</b>					
4.a	Producción de cemento	X				x
4.b	Producción de cal	X				x
4.c	Producción de ladrillos	X				x
4.d	Producción de vidrio	X				x
4.e	Producción de cerámica	X				x
4.f	Mezcla de asfalto	X			x	x

**E) Transportes**

En la tabla N° 4.9 se presentan las cuatro subcategorías de la categoría de Transportes y

las posibles vías de liberación de los PCDD y PCDF.

Tabla N° 4.9: Vías de liberación Categoría N° 5. Transportes						
N°	Subcategorías de las Categorías principales	Posibles vías de liberación				
5	Transportes	Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos
5.a	Motores de 4 tiempos	X				
5.b	Motores de 2 tiempos	X				
5.c	Motores diesel	X				x
5.d	Motores de aceite pesado	X				x

**F) Procesos de combustión a cielo abierto**

En la tabla N° 4.10 se presentan las dos subcategorías de la categoría 6 sobre procesos

de combustión a cielo abierto y las posibles vías de liberación de los PCDD y PCDF.

Tabla N° 4.10: Vías de liberación Categoría N° 6. Procesos de combustión a cielo abierto						
N°	Subcategorías de las Categorías principales	Posibles vías de liberación				
6	Procesos de combustión a cielo abierto	Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos
6.a	Quema de biomasa	X	x	X		x
6.b	Quema de desechos e incendios accidentales	X	x	X		x

**G) Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo**

En la tabla N° 4.11 se presentan las cinco subcategorías de la categoría N° 7 sobre pro-

ducción y uso de sustancias químicas y las posibles vías de liberación de los PCDD y PCDF.

Tabla N° 4.11: Vías de liberación Categoría N° 7. Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo						
N°	Subcategorías de la Categoría principal	Posibles vías de liberación				
7	Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo	Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos
7.a	Producción de pasta/pulpa y papel	X	X		x	X
7.b	Industria química	X	x	x	X	X
7.c	Industria de petróleo	X				x
7.d	Producción textil		x		x	
7.e	Refinado de cuero		x		x	

**H) Varios**

En la tabla 4.12 se presentan las cinco subcategorías de la categoría N° 8 sobre varios

y las posibles vías de liberación de los PCDD y PCDF.

Tabla N° 4.12: Vías de liberación Categoría N° 8. Varios						
N°	Subcategorías de las Categorías principales	Posibles Vías de liberación				
8	Varios	Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos
8.a	Desecado de biomasa	X			x	
8.b	Crematorios	x				X
8.c	Ahumaderos	x			x	X
8.d	Limpieza en seco		x		x	x
8.e	Consumo de tabaco	x				

- I) **Disposición final / relleno sanitario**  
 En la tabla N° 4.13 se presentan las cinco subcategorías de la categoría N° 9 sobre dispo-

sición final y las posibles vías de liberación de los PCDD y PCDF.

Tabla N° 4.13: Vías de liberación Categoría N° 9. Disposición final.						
N°	Subcategorías de las Categorías principales	Posibles vías de liberación				
9	Disposición Final /relleno sanitario	Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos
9.a	Rellenamientos y vaciaderos a cielo abierto		X			
9.b	Cloacas / tratamiento cloacales	x	X	x	X	x
9.c	Vertido en aguas abiertas		X			
9.d	Compostado			x	X	
9.e	Tratamiento de desechos de aceite (no térmicos)	x	X	x	X	x

- J) **Identificación de posibles puntos calientes**  
 En la tabla N° 4.14 se presentan las diez subcategorías de la categoría N° 10 sobre la

identificación de posibles puntos calientes y las posibles vías de liberación de los PCDD y PCDF.

Tabla N° 4.14: Vías de liberación Categoría N° 10. Identificación de posibles puntos calientes						
N°	Subcategorías de la Categoría principal	Posibles vías de liberación				
		Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos
10	Identificación de posibles puntos calientes					
10a	Sitios de producción de sustancias orgánicas			X		
10b	Sitios de producción de cloro			X		
10c	Sitios de preparación de fenoles clorados			X		
10d	Sitios de aplicación de fenoles clorados	x	X	x	X	
10e	Sitios de fabricación y tratamiento de la madera		X	X	X	x
10f	Transformadores y capacitores con PCB				X	x
10g	Vaciaderos de desechos / residuos de la categoría 1 al 9	x	X	X		x
10h	Sitios de accidentes importantes		X	x		x
10i	Dragado de sedimento					x
10j	Sitios de arcilla caolinítica o plástica			x		

Considerando que esta categoría no es cuantificada, a continuación se presenta una sección que trata en forma teórica, los potenciales puntos calientes que pueden ser descritos con la información disponible.

#### 4.7.3 Ubicación de puntos calientes

De acuerdo al “Instrumental Normalizado” del PNUMA (2005), los puntos calientes corresponderían a las siguientes categorías:

##### 4.7.3.1 Sitios de producción de compuestos organoclorados

En el ámbito nacional del inventario sólo se han identificado empresas productoras de insecticidas pertenecientes al tipo de plaguicidas órgano fosforados.

En este inventario sólo una empresa ha sido históricamente productora de compuestos clorados, nos referimos a la empresa QUIMPAC, pero también existen otras empresas que importan o distribuyen compuestos o solventes clorados en el país. Actualmente estas empresas se dedican a la producción de compuestos de cloro para diferentes usos de tipo industrial, pero sin duda los lugares de almacenamiento o fabricación pueden ser potenciales puntos calientes. En cuanto a los plaguicidas, no se ha identificado en el mercado plaguicidas COP. En la tabla 4.15 se muestra una relación de empresas peruanas que importan fabrican o distribuyen solventes clorados:

**Tabla N° 4.15: Empresas que importan, producen o distribuyen solventes clorados**

Proveedor	Actividad
CORPORACION INFARMASA S.A.	Importador, representante o distribuidor
MERCK PERUANA S A	Importador, representante o distribuidor
CIPA S.A.	Importador, representante o distribuidor
CIMATEC SAC	Importador, representante o distribuidor
DROKASA PERU S.A.	Importador, representante o distribuidor
ABADIA MARTINS FERNANDO MARIA	Importador, representante o distribuidor
SERGIO CASTAÑEDA S.A.C.	Importador, representante o distribuidor
DROKASA PERU S.A.	Importador, representante o distribuidor
ABADIA MARTINS JOSE ALFONSO FELIX	Importador, representante o distribuidor
BRENNTAG PERU S.A.C	Importador, representante o distribuidor

Fuente: SUNAT (2001)

#### 4.7.3.2 Sitios de Producción de Cloro

Los sitios de producción de cloro corresponden a un limitado número de empresas que se muestran en la tabla siguiente, de acuerdo a ella, QUIMPAC sería el único productor de cloro, aunque en la producción de cloro ya no

utiliza la tecnología de las celdas de mercurio y ánodos de grafito que fueron reemplazados por ánodos metálicos. En la tabla N° 4.16 se presenta la relación de los 17 importadores de cloro, que importaron 13 043 955 kilogramos en el año 2003.

**Tabla N° 4.16: Empresas o Instituciones que importan, producen o distribuyen cloro**

Producto	Proveedor	Actividad
Cloro	QUIMPAC S.A.	Productor
Cloro	MUNDO QUIMICO S.A.C.	Exportador, representante o distribuidor
Cloro	EMBOTELLADORES UNIDOS SOCIEDAD ANÓNIMA	Exportador, representante o distribuidor
Cloro	RAMELI EIRLTDA	Importador, representante o distribuidor
Cloro	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION	Importador, representante o distribuidor
Cloro	BLUPOOLS E.I.R.L	Importador, representante o distribuidor
Cloro	ASOC. CIVIL LIVING WATER INTERNAT. PERU	Importador, representante o distribuidor
Cloro	MERCK PERUANA S A	Importador, representante o distribuidor
Cloro	S & M DISTRIBUCIONES S.C.R.L.	Importador, representante o distribuidor
Cloro	ACE PERU S.A.C.	Importador, representante o distribuidor
Cloro	INVERSIONES INTERAMERICANAS S A	Importador, representante o distribuidor
Cloro	A.S. TOURISM EIRL	Importador, representante o distribuidor
Cloro	NUMBER ONE S.R.LTDA	Importador, representante o distribuidor
Cloro	TECNICA INTEGRAL S.R.L.	Importador, representante o distribuidor
Cloro	COLDEX SOCIEDAD ANONIMA	Importador, representante o distribuidor
Cloro	CIMATEC SAC	Importador, representante o distribuidor
Cloro	COLEGIO FRANKLIN DELANO ROOSEVELT	Importador, representante o distribuidor

Fuente: SUNAT (2005)

#### 4.7.3.3 Lugares de formulación de fenoles clorados

En Perú no ha existido producción de fenoles clorados como el pentaclorofenol (PCP) o el 2,4 D, los cuales han sido importados; en el caso

del PCP el año 1999 se decretó la suspensión de su uso. La mayor parte de PCP que se utilizó en el país fue con fines fungicidas en la industria de aserrío, en particular en Pucallpa, Loreto y Lima, donde se utilizaron formulaciones comer-

ciales de PCP con mucha intensidad en la década de los ochenta y noventa. El 2,4 D fue ampliamente utilizado en actividades agrícolas y forestales (herbicida en cultivos tradicionales).

#### 4.7.3.4 Sitios de aplicación de fenoles clorados

En el ámbito nacional, se utilizan plaguicidas importados y de formulación nacional. Con los datos de la Superintendencia Nacional de Aduana se ha identificado la importación de herbicidas que contienen dioxinas como el 2,4-D con registros nacionales en el SENASA en los años 1996 al 2001, por lo cual no se descarta que podría haber lugares donde se hayan aplicado estos tipos de plaguicidas, sin embargo no ha sido posible identificar con precisión los lugares donde podrían haber sido aplicados.

#### 4.7.3.5 Manufactura de madera y sitios de tratamiento

En los aserraderos se han utilizado grandes cantidades del pentaclorofenol (PCP) hasta su suspensión mediante Resolución Jefatural N°. 036-99-AG-SENASA, en marzo del año 1999, cuando se prohibió el registro, importación, formulación local, distribución y comercialización del PCP en el país. Las industrias de la madera, en sus procesos no tenían un adecuado manejo de los residuos del baño preservante, por lo que se constituye en un punto caliente potencial, en particular en las regiones de Pucallpa, Iquitos, Tarapoto, Chanchamayo-Satipo y Puerto Maldonado, donde la industria de la madera ha sido históricamente más desarrollada. Sólo en los últimos años de la década de los años 90 se importaron más de 700 toneladas de PCP-Na por año.

En esta subcategoría estarían incluidas las actividades de protección de la madera en los domicilios y ferreterías que se describen a continuación:

Protección de la madera en los domicilios y ferreterías.-

En el estudio realizado por GOMERO *et al* (2000), sobre el uso de plaguicidas domésticos en Lima, Huancayo y Pucallpa, se señala que se sigue usando pentaclorofenol como preservante para la madera, no obstante haberse prohibido. Este hecho se sustenta en las encuestas realizadas en el año 2000, donde encontraron que para la conservación de la madera usaban preservantes y éstos estaban compuestos de pentaclorofenol.

Gomero *et al* (2000), señala también, que en los domicilios son frecuentes el ataque de la polilla, termitas y hongos a las maderas de los muebles, puertas, viviendas y postes y aproximadamente el 50 % de la población de Lima, Huancayo y Pucallpa usan preservantes de madera para combatir la polilla. El uso de estas sustancias en Lima es para «proteger los muebles» y en Pucallpa para proteger la vivienda construida con madera. Los preservantes más utilizados en Lima se muestran en la tabla N° 4.17. En este estudio se encontró productos que contenían pentaclorofenol + chlorpirifos básicamente, con el nombre comercial de Duramad. En Pucallpa se identificó el uso generalizado de aldrín + petróleo, además de pentaclorofenol que es comercializado con el nombre comercial de «vulcanofenol».

Tabla N° 4.17: Sustancias tóxicas utilizadas y comercializadas en Lima Huancayo y Pucallpa para preservar la madera					
Nombre del producto	Ingrediente activo	Que controla	Lugar donde se usa	Donde se adquirió	Destino final de la madera
Duramad JE -2	PCP Creosota Chlorpirifos Cresilica (pesado)	Polilla Bacteria Hongos	Lima	Distribuidora de preservantes de la madera	Uso local
PCP	PCP	Polillas y termitas	Pucallpa	Ferreterías y agro veterinarias	Uso local

Fuente: Cuadro tomado de GTZ –REPAMAR (2000). Gomero *et al* (2000)

Como se puede apreciar en el año 2000, las maderas usadas en el ámbito local, fueron tratadas con estas sustancias, no obstante que estos productos ya estaban prohibidos oficialmente, sin embargo en Pucallpa, las ferreterías y las agroveterinarias aún lo vendían y usaban petróleo para preservar la madera, seguido de un producto conocido como “preservante”.

rías y las agroveterinarias aún lo vendían y usaban petróleo para preservar la madera, seguido de un producto conocido como “preservante”.



#### 4.7.3.6 Transformadores y condensadores rellenos con PCB

En Perú existe un volumen considerable de transformadores y condensadores con aceites conteniendo bifenilos policlorados (PCB) en uso y almacenados. De acuerdo al censo de PCB realizado en el proyecto, un porcentaje del volumen total aún está en uso, lo que sin un adecuado programa de manejo se transforman en puntos calientes de emisión de dioxinas y furanos. Se ha determinado las ubicaciones por departamentos y sectores de aquellas instalaciones que cuentan con transformadores y capacitores con presencia de PCB mediante el Inventario Nacional de bifenilos policlorados, así mismo existe un 31 % de los equipos contaminados con PCB que se encuentran al aire libre, sobre pisos de tierra con riesgo a contaminar al ambiente, constituyéndose puntos calientes. Además se ha identificado un área en el departamento de Ancash con suelo contaminado por el derrame de aceite dieléctrico con PCB.

#### 4.7.3.7 Disposición final de los desechos

En general, el manejo de desechos en vertederos en Perú no contempla procesos de combustión, sin embargo se disponen en ellos una variedad de residuos de procesos de combustión que pueden llevar a considerar los vertederos de residuos (urbanos e industriales) como potenciales puntos calientes, en particular en aquellas áreas donde se mezclan residuos urbanos e industriales. Un ejemplo de ello es la disposición de cenizas de combustión de residuos hospitalarios, cenizas de combustión de biomasa de las centrales de energía de plantas azucareras, etc.

Cabe señalar también que mediante las informaciones recopiladas, se identifica como actividad intencionada, la quema de desechos sólidos realizada principalmente en los mismos vertederos, así como la generación de incendios accidentales debido a la combustión natural de los desechos.

#### 4.7.3.8 Lugares donde se han producido accidentes importantes

Los accidentes más relevantes se asocian a incendios de industrias químicas que proce-

san o tienen compuestos clorados, un ejemplo de ello fue el incendio de Mesa Redonda (2001) en la ciudad de Lima, pero se pueden mencionar otros accidentes como el incendio de transformadores cerca de navidad en el año 2005. En general, estos sitios localizados en áreas industriales o vecinas a zonas urbanas donde ha existido algún tipo de vertido o incidente, pueden ser considerados potenciales puntos calientes.

#### 4.7.3.9 Dragado de sedimentos

Esta es una actividad que normalmente se desarrolla en los puertos y zonas costeras, por ejemplo en el puerto de Callao. Puntos calientes potenciales son las áreas donde se han recibido descargas de las aguas servidas de uso industriales y agrícolas que producían residuos clorados.

El Instituto del Mar del Perú (IMARPE) ha realizado investigaciones relacionadas a la presencia de sustancias COP en los sedimentos del litoral de nuestro país, que incluyen la realización de algunos muestreos y análisis en algunas zonas del litoral peruano. Los resultados son comparados con niveles permisibles de PCB en animales acuáticos, debido a la ausencia de niveles permisibles en sedimentos. Los niveles encontrados muestran niveles inferiores a los límites permisibles en animales acuáticos, sin embargo será importante realizar una gestión ambiental que permita manejar adecuadamente aquellos sedimentos que sean detectados como contaminados para evitar riesgos a la salud.

#### 4.7.3.10 Lugares donde hay caolina o arcilla plástica

La caolina o arcilla inerte, tiene una multiplicidad de usos, por ejemplo se utiliza en algunos casos en el control de plagas agrícolas, otros usos incluyen: ingrediente en materiales de construcción, porcelanas y cerámicas etc. En el país se han identificado, de acuerdo a la base de datos del Anuario Minero del Ministerio de Energía y Minas (2005), sólo 10 productores de este tipo de materiales. Habiéndose identificado reservas de caolina en el ámbito nacional, es importante entonces, realizar investigaciones que permitan determinar si en estos lugares pueden estar generándose PCDD/PCDF de manera natural.

#### 4.7.4 Cuantificación de las fuentes identificadas

##### 4.7.4.1 Importación y producción de productos químicos asociados a procesos potencialmente generadores de dioxinas y furanos

Un aspecto importante en la formación de dioxinas y furanos es la presencia de compuestos organoclorados. Al respecto, existe una gran cantidad de compuestos que presentan esta particularidad, destacando los siguientes grupos:

- Los plaguicidas constituyen el grupo más significativo de compuestos orgánicos clorados relacionados con la aparición de dioxinas. Durante las décadas 60 y 70, la contaminación de PCDF/PCDD fue relacionada directamente con estos compuestos, especialmente los PCB (bifenilos policlorados); los clorofenoxiácidos como el ácido 2,4,5-Triclorofenoxiacético (2,4,5,-T) ó el ácido 2,4-diclorofenoxiacético ( 2,4-D) y los fenoles clorados como el pentaclorofenol.
- Así también, la fabricación de herbicidas y bactericidas a partir de clorofenoles conduce a la síntesis de pequeñas cantidades de PCDF/PCDD, por ejemplo, el herbicida codificado como “Agente Naranja” es una mezcla del 2,4-D y del 2,4,5-T con combustible diesel o queroseno, sin embargo, su uso durante la guerra

del Vietnam, liberó un total de 167 kg de 2,3,7,8 -TCDD (congénere de máxima toxicidad) entre enero de 1962 y febrero de 1971.

- Los PCB son contaminantes orgánicos clorados de elevada persistencia que se han utilizado en el ámbito industrial por sus propiedades estabilizantes (en fluidos hidráulicos, lubricantes, aditivos, pinturas, colorantes, etc.). En estos compuestos, se han detectado cantidades apreciables de dioxinas y, especialmente, de furanos del orden de ppm.

De acuerdo al “Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos (2005)”, se han identificado como fuentes de PCDD/PCDF los siguientes procesos, ordenados según probabilidad decreciente:

- Fabricación de fenoles clorados y sus derivados
- Fabricación de productos aromáticos clorados y sus derivados
- Fabricación de sustancias químicas alifáticas cloradas
- Fabricación de catalizadores clorados y sustancias químicas inorgánicas

En particular, existe un listado de productos que, según se ha observado, contienen PCDD y PCDF o bien sus procesos de fabricación se han asociado a la formación de estos contaminantes.

**Tabla N° 4.18: Productos químicos con potencial formación de PCDD/PCDF**

Producto químico	Importador	Formulador
Pentaclorofenol	No Identificado	No Identificado
Bifenilos policlorados	No Identificado	No Identificado
Ácido 2,4 -diclorofenoxiacético (2,4-D).	CORPORACION INFARMASA S.A.	No Identificado
Ácido 2,4,5 triclorofenoxiacético	No Identificado	No Identificado
2,4,5 triclorofenol	No Identificado	No Identificado
Cloranilo	No Identificado	No Identificado
Eter de 2,4,6- triclorofenil4	No Identificado	No Identificado
Nitrofenilo	No Identificado	No Identificado
Clorobencenos	DROKASA PERU S.A.	No Identificado
Clorobencenos	SERGIO CASTAÑEDA S.A.C.	No Identificado
Clorobencenos	ABADIA MARTINS FERNANDO MARIA	No Identificado
Clorobencenos	MERCK PERUANA S A	No Identificado
Clorobencenos	BRENNTAG PERU S.A.C	No Identificado
Bicloruro de etileno	MERCK PERUANA S A	No Identificado
Policloruro de vinilo, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión*	COMERCIAL QUIMICA SCORPION S.R.L.	No Identificado
Policloruro de vinilo, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión	COMINTER S.A.C.	No Identificado
Policloruro de vinilo, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión	CORPORACION DE INDUSTRIAS PLASTICAS S A	No Identificado

Policloruro de vinilo, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión	CUERO SINTETICO S.A.C.	No Identificado
Policloruro de vinilo, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión	CYA FABRICA DE FANTASIA FINA S.A.C.	No Identificado
Policloruro de vinilo, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión	FIDENZA DISEGNO SA	No Identificado
Policloruro de vinilo, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión	GAJANO E.I.R.L.	No Identificado
Policloruro de vinilo, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión	PISOPAK PERU S.A.C.	No Identificado
Policloruro de vinilo, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión*	PLASTICUEROS DEL PERU S.A.C.	No Identificado
Policloruro de vinilo, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión	PLASTITEL DEL PERU S.A.C.	No Identificado
PVC, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión*	RETEX PERUANA S.A.	No Identificado
PVC, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión	SELENA S.A.C.	No Identificado
PVC, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión	TRADE FEGA S.A	No Identificado
PVC, sin mezclar con otras sustancias, tipo emulsión	VIPLASTIC PERU S A	No Identificado
Los demás PVC sin mezclar con otras sustancias	SOCIEDAD QUIMICA ALEMANA SOCIEDAD ANONIMA	No Identificado
Los demás PVC sin mezclar con otras sustancias	FRASCOS Y CAJAS S.A.C.	No Identificado
Los demás PVC sin mezclar con otras sustancias*	CO. ESTRELLA DEL PERU E.I.R.L	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	AJINOMOTO DEL PERU S A	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	AMANCO DEL PERU S.A.	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	ANFAPLAST S.A.	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	BSH ELECTRODOMESTICOS SAC	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	CONCYSSA S A	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	CONSORCIO INDUSTRIAL SITA SA	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	FEEL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	INDUSTRIAL Y REPRESENTACIONES LIMA SA	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	MATERIALES Y PLASTICOS SA	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	NICOLL PERU S.A.	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	PLASTICOS LA PAZ S.R.L.	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	POLYCHEM INTERNATIONAL S.A.C.	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	REICOLITE PERUANA S A	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	TERMOENCOGIBLES DEL PERU S A	No Identificado
Los demás PVC sin plastificar, en formas primarias.	TRADE FEGA S.A	No Identificado
Percloroetileno*	PERUQUIMICOS S.A.C.	No Identificado
Percloroetileno*	FLEXSOURCE (PERU) S.A.	No Identificado
Percloroetileno*	FABRICA DE CUBIERTOS SAC	No Identificado
Percloroetileno*	PERUQUIMICOS S.A.C.	No Identificado
Percloroetileno*	FLEXSOURCE (PERU) S.A.	No Identificado
Percloroetileno*	FABRICA DE CUBIERTOS SAC	No Identificado
Percloroetileno*	TRANSMERQUIM DEL PERU S.A.	No Identificado
Percloroetileno*	PERUQUIMICOS S.A.C.	No Identificado
Percloroetileno*	PEGAMENTOS Y ADHESIVOS QUIMICOS SAC	No Identificado
Percloroetileno*	PERUQUIMICOS S.A.C.	No Identificado
Percloroetileno*	POLINSUMOS S.A.	No Identificado
Percloroetileno*	POLI SHOES S R L	No Identificado
Diclorodifluorometano*	TECNICA NAVIERA Y PORTUARIA S.A.	No Identificado

\* Compuestos Alifáticos clorados

Además de la tabla presentada anteriormente, existe una potencialidad de generación de dioxinas y furanos en todos los compuestos que contienen cloro. Por ello, a continuación se presenta el listado de sustancias cloradas,

que han sido extraídas de la SUNAT y que se han importado en el año 2003, lo que indica que los importadores que figuran en la tabla 4.19 tienen autorización vigente para importar las sustancias cloradas.

<b>Tabla N° 4.19: Productos químicos clorados importados</b>	
<b>Ingrediente activo</b>	<b>Titular</b>
Oxicloruros e hidroxicloruros de cobre	SALES Y DERIVADOS DE COBRE S.A.
Oxicloruros e hidroxicloruros de cobre	SULFATO DE COBRE S.A.
Oxicloruros e hidroxicloruros de antimonio.	QUIMICA ANDERS S.A.C.
Los demás oxicloruros e hidroxicloruros (p.ej.: de estaño, de plomo).	CETCO S.A.
Los demás oxicloruros e hidroxicloruros (p.ej.: de estaño, de plomo).	CETCO S.A.
Los demás oxicloruros e hidroxicloruros (p.ej.: de estaño, de plomo).	CETCO S.A.
Los demás oxicloruros e hidroxicloruros (p.ej.: de estaño, de plomo).	LINROS S.R.L.
Los demás oxicloruros e hidroxicloruros (p.ej.: de estaño, de plomo).	UNIQUE S.A.
Los demás oxicloruros e hidroxicloruros (p.ej.: de estaño, de plomo).	FILASUR S.A.
Oxicloruros e hidroxicloruros de antimonio.	INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.
Oxicloruros e hidroxicloruros de antimonio	QUIMICA ANDERS S.A.C.
Oxicloruros e hidroxicloruros de antimonio	CLARIANT (PERU) S.A.
Oxicloruros e hidroxicloruros de antimonio	GENERAL CHEMICALS PERU S.A.
Oxicloruros e hidroxicloruros de antimonio	ESTEC ESPECIALIDADES TECNICAS S.R.L
Oxicloruros e hidroxicloruros de antimonio	FARMINDUSTRIA S.A.
Cloroanilinas.	CORPORACION INFARMASA S.A.
Cloroanilinas.	MERCK PERUANA S.A.
Cloroanilinas.	CIPA S.A.
Cloroanilinas.	CIMATEC S.A.C.
Cloroparafinas	QUIMICA ESPECIALIZADA S.A. QUIMESA
Cloroparafinas	REPRESENTACIONES Y DISTRIBUCIONES IVER S.A.
Cloroparafinas	INDECO S.A.
Cloroparafinas	ANDINA PLAST S.R.L.
Cloroparafinas	CONDUCTORES ELECTRICOS PERUANOS S.A.
Cloroparafinas	CLARIANT (PERU) S.A.
Cloroparafinas	QUIMICA ESPECIALIZADA S.A. QUIMESA

**4.7.4.2 Evaluación e identificación en el ámbito nacional de las fuentes precursoras de dioxinas y furanos, por categorías**

A continuación se presentan las categorías correspondientes a la evaluación e identificación de las fuentes precursoras de dioxinas y furanos en el país. En particular, se utilizó el formato propuesto por el “Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos” (PNUMA 2005).

**A) Categoría N° 1: Incineración de desechos**

En esta categoría se encuentran incluidas las subcategorías señaladas en la Tabla 4.5

En el país se identificó sólo una empresa asociada a la Categoría N° 1, correspondiente a “incineración de desechos municipales”. A continuación se presenta en la Tabla N° 4.20 las principales fuentes identificadas:

**Tabla N° 4.20 Fuentes identificadas en la Categoría N° 1**

	<b>Subcategorías de las Categorías principales</b>	<b>Principales fuente identificadas</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	<b>Incineración de desechos</b>		<b>72</b>
1.1	Incineración de desechos sólidos municipales	Plus Petrol	1
1.2	Incineración de desechos peligrosos	Plus Petrol	3
		DESCON	
		SUNAT	
1.3	Incineración de desechos médicos	Edgardo Rebalgliati Martins	49
		Guillermo Almenara Irigoyen	
		Hemilio Valdizán	
		Honorio Delgado - Arequipa	
		H. Regional Docente de Trujillo	
		C.S. Galeno	
		Clínica San Pablo - Huaraz	
		H. III Chimbote	
		Virgen de la Puerta	
		Policlínico Belén	
		C.S. La Natividad	
		C.S. Carumas	
		C.S. Puente Bello	
		C.S. Torata	
		P.S. Soquesane	
		P.S. La Capilla	
		P.S. Yalaque	
		P.S. Santa Rosa	
		C.S. Puquina	
		ESSALUD - Huaraz	
		Daniel Alcides Carrión - Huancayo	
		“Almenara”	
		José Alfredo Mendoza Olvarría	
	Carlos Cortez Jiménez		
	CLAS. San Juan Grande		
	P.S. Santa María		
	P.S. México		
	P.S. AMP. Pampas del Cusco		
	Asociación CLAS Paucarpata Sur		
	C.S. Manuel Prado		

		C.S. Vitor	
		P.S. Alto Alianza	
		P.S. Chilpiniea	
		CLAS. Gregorio Guinir.	
		C.S. Pampa	
		P.S. Achanizo	
		Micro red Alto Selva Alegre	
		Micro red Ciudad Blanca	
		C.S. Edificadores Misti	
		C.S. Miraflores	
		P.S. Nueva Alborada	
		CLAS. Paucarpata - Campo Marte	
		C.S. Mariano Melgar	
		C.S. Tiasaya	
		DESCON	
		H. Saposoa	
		H. Hipólito Unanue	
		H. III Daniel A. Carrión	
		C.S. Generalísimo San Martín	
1.4	Incineración de desguace de fragmentación, fracción ligera	No identificadas en el país	0
1.5	Incineración de lodos cloacales	No identificadas en el país	0
1.6	Incineración de maderas de desecho y biomasa de desecho	Sociedad Maderera Oxapampa	18
		Palacios Hnos. Corporación Maderera S.A.	
		Conjunto de Madereras	
		Triplay enchapes S.A.C.	
		Triplay Iquitos S.A.C.	
		Trimasac	
		Imaflosa	
		Induflosa	
		Deforsa	
		Fabril Maderera S.A.	
		Industrial Loreto S.A.	
		Madera S.A.C	
		Maderera el Choche S.A.C	
		Trimasac	
		Industria Maderera Loreto S.R.L.	
		Asturias	
		Porvenir	
		Nueva Esperanza	
1.7	Destrucción de carcasa de animales	Instituto Nacional de Salud	1

**B) Categoría N° 2: Producción de metales ferrosos y no ferrosos**

En esta categoría se encuentran incluidas las subcategorías señaladas en la Tabla N° 4.6:

A continuación se presenta en la Tabla N° 4.21 las fuentes identificadas.



<b>Tabla N° 4.21 Fuentes identificadas en la Categoría N° 2. Producción de metales ferrosos y no ferrosos</b>			
	Subcategorías de las Categorías principales	Principales fuentes identificadas	Total
2	Incineración de desechos		27
2.1	Sinterización de metal de hierro	No identificadas en el país	0
2.2	Producción de coque	DOE RUN DEL PERU	1
2.3	Plantas de producción de hierro y acero	SIDER PERU	12
		ACEROS AREQUIPA	
		MOLY CORP ADESUR	
		FUNDICION LEON	
		FUNDICION EL SOL	
		METAL SEMINA	
		FUMASA	
		FUNDICIÓN BRONCE FOSFOROSO	
		FUNDICIÓN CALLAO	
		FUNDICIÓN FERROSA	
		FUNDICIÓN VENTANILLA	
2.4	Producción de cobre	COBRECON	2
		SOUTHERN PERÚ	
2.5	Producción de aluminio	ALIANZA METALÚRGICA	1
2.6	Producción de plomo	BATERIAS ETNA	2
		FUNDIGAL SRL.	
2.7	Producción de zinc	PRODAC (CALLAO)	3
		PANASONIC PERUANA	
		ZINSA	
2.8	Producción de bronce y latón	ALEACIONES A BASE DE COBRE	4
		ANDEAN TECHNOLOGY	
		TECNIBRONCE	
		FUNDICIÓN MECANIZADA	
2.9	Producción de magnesio	No identificadas en el país	0
2.10	Producción de otros metales no ferrosos	ARTE INDUSTRIAL ARIN S.A	2
		UNIVERSAL METAL TRAINING	
2.11	Fragmentadoras	No se ha identificado en el país	0
2.12	Recuperación térmica de cables eléctricos	No identificadas en el país (1). Se ha estimado sobre la base de la producción de cables de energía.	0

1: OSINERG ha efectuado un estudio en el Perú para estimar la cantidad de cables de cobre utilizado.

**C) Categoría N°3: Generación de energía y calefacción**

En esta categoría se encuentran incluidas las subcategorías señaladas en la Tabla N° 4.7:

A continuación se presenta en la Tabla N° 4.22, las fuentes identificadas:

Tabla N° 4.22 Fuentes identificadas en la Categoría N°3. Generación de energía y calefacción		
Subcategorías de las Categorías principales		Principales fuentes identificadas
3.	Generación de energía y calefacción	
3.1	Centrales de energía de combustibles fósiles	Los datos de las fuentes puntuales fueron obtenidos de la página web de OSINERG y de la publicación Balance y Principales Indicadores eléctricos 2003 del Ministerio de Energía y Minas.
3.2	Centrales de energía de biomasa	Los datos de las fuentes puntuales fueron obtenidos de la página web de OSINERG.
3.3	Combustión de terraplén / biogás	No identificadas en el país
3.4	Calefacción doméstica y cocina con biomasa	No se requiere la identificación puntual de las fuentes para realizar el cálculo de liberaciones de PCDD y PCDF. Para los cálculos regionales se recurrió al Anuario: Perú forestal en números Año 2003 del Ministerio de Agricultura.
3.5	Calefacción doméstica con combustibles fósiles	No se requiere la identificación puntual de las fuentes para realizar el cálculo de liberaciones de PCDD y PCDF .

**D) Categoría N°4: Producción de productos minerales**

En esta categoría se encuentran incluidas las subcategorías señaladas en la Tabla N° 4.8:

A continuación se presenta en la Tabla N° 4.23, las fuentes identificadas:

Tabla N° 4.23 Fuentes identificadas en la Categoría N°4. Producción de productos minerales			
	Subcategorías de las Categorías principales	Principales fuentes identificadas	Total
4	Producción de productos minerales		17
4.1	Producción de cemento	Los datos fueron obtenidos del anuario de minería y también contestaron las encuesta	6
4.2	Producción de cal	Los datos fueron obtenidos del anuario de minería 2003, del ministerio de energía y minas, aunque también se les envió un cuestionario CAL DE LOS ANDES S.A.	1
4.3	Producción de ladrillos y tejas	CERAMICA EL LUCUMO S.A CERAMICA SAN LORENZO SAC CIA. MINERA E INDUSTRIAL SAGITARIO S.A. LADRILLERA SAN PABLO LADRILLERA LAS AMERICAS LADRILLERA LA FORTALEZA LADRILLERA SAN FELIPE LADRILLERA BARBADILLO S.A.	8
4.4	Producción de vidrio	CORPORACION MIYASATO S.A.C. VINSA S.A.	1
4.5	Producción de cerámicas	Ubicadas junto con el rubro de producción de Ladrillos	
4.6	Mezclado de asfalto	BITUPER	1

**E) Categoría N° 5: Transporte**

En esta categoría se encuentran incluidas las subcategorías señaladas en la Tabla N° 4.9:

A continuación se presenta en la Tabla N° 4.24, las fuentes identificadas:

<b>Tabla N° 4.24: Fuentes identificadas en la Categoría Transporte</b>		
	Subcategorías de las Categorías principales	Principales fuente identificadas
5	Transporte	
5.1	Motores de cuatro tiempos	No se requiere la identificación puntual de fuentes para el posterior cálculo de liberaciones. Se utilizó datos oficiales del Ministerio de Transportes y Comunicación ( MTC)
5.2	Motores de 2 tiempos	No se requiere la identificación puntual de fuentes para el posterior cálculo de liberaciones. Se utilizó datos oficiales del Ministerio de Transportes y Comunicación ( MTC)
5.3	Motores Diesel	No se requiere la identificación puntual de fuentes para el posterior cálculo de liberaciones. Se utilizó datos oficiales del Ministerio de Transportes y Comunicación ( MTC)
5.4	Motores de aceite pesado	No se requiere la identificación puntual de fuentes para el posterior cálculo de liberaciones. Se utilizó datos oficiales del Ministerio de Transportes y Comunicación ( MTC)

**F) Categoría N°6: Procesos de combustión a cielo abierto**

En esta categoría se encuentran incluidas las subcategorías señaladas en la Tabla N° 4.10: Para esta categoría se obtuvo información general a nivel país, debido a lo difuso de estas fuen-

tes y a que los datos regionales son suficientes para el cálculo de las liberaciones de la categoría.

A continuación se presenta en la Tabla N° 4.25, las fuentes identificadas:

<b>Tabla N° 4.25 Fuentes identificadas en la Categoría N° 6. Procesos de combustión a cielo abierto</b>		
	Subcategorías de las Categorías principales	Principales fuentes identificadas
6	Procesos de combustión a cielo abierto	
6.1	Quema de biomasa	En el año 2003 se ha estimado la tasa de deforestación y la biomasa quemada. Se ha estimado las quemas de las pasturas alto andinas. Así también la cantidad de residuos agrícolas quemada
6.2	Quema de residuos e incendios accidentales	Se ha estimado las quemas de la basura. Y además se tiene el número de incendios ocurridos de viviendas y fábricas.

**G) Categoría N° 7: Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo**

En esta categoría se encuentran incluidas las subcategorías señaladas en la Tabla N° 4.11:

A continuación se presenta en la Tabla N° 4.26, las fuentes identificadas:

Tabla N° 4.26: Categoría N° 7: Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo			
	Subcategorías de las Categorías principales	Principales fuentes identificadas	Total
7	Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo		
7.1	Fábricas de pasta/pulpa y papel	INDUSTRIAL PAPELERA ATLAS S.A. INDUSTRIAS DEL PAPEL S.A. CERUTI FABRICA DE ENVASES DE CARTON S.A. ETIQUETAS, ENVASES Y ENVOLTURAS S.A. INDUSTRIAL CARTONERA Y PAPELERA S.A. (INCAPSA) INDUSTRIAS DEL CARTÓN S.A. MANUFACTURERA DE PAPELES Y CARTONES DEL PERU S.A. PAPELERA DEL SUR S.A. PAPELERA INKA S.A. SOCIEDAD ANONIMA PAPERLSA EMPRESA TRANSFORMADORA DE PAPEL IRMA SRL. ENVASES INDUSTRIALES S.A. FILTROS DEL PERU S.A.C. PAPELERA NACIONAL S.A. PAPELERA PANAMERICANA S.A. PAPELERA ZARATE S.A.C. TUBOS INDUSTRIALES S.A.C. GRAFICA & REPRESENTACIONES S.A PAPELES SENSIBILIZADOS S.A.C PERUCART E.I.R.L. PAPELES LA ECONOMICA S.A. CARTONERIA SANTA ZOILA S.A.C. QUIMPAC S.A.	24*
7.2	Industria química	QUIMPAC S.A.	1
7.3	Industria del plástico	D & G HILOS Y CORDELES S.A.C. MOLDEOS PLASTICOS S.A. ANDINA PLASTICOS S.R.L. TERMOENCOGIBLES DEL PERU S.A. PLASTICOS DEL CENTRO S.A.C. INDUSTRIAS NIKO S.A. SUDAMERICANA DE FIBRAS S.A.	7
7.4	Industria del petróleo	No contestaron los cuestionarios.	0
		ALGODONERA PERUANA S.A.C. ALGODONERA SANTA MARGARITA S.A.C. ALGODONERA SUDAMERICANA S.A. AWAPARA SABA CARLOS CALINOVA S.A. CIA. UNIVERSAL TEXTIL S.A.	63*

	Subcategorías de las Categorías principales	Principales fuentes identificadas	Total
7	Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo		
		COATS CADENA S.A.	
		COMERCIAL BUEN ANGEL S.C.R.L.	
		COMPañIA TEXTIL WG S.A.C.	
		E. E. TEJIDOS S.A.C.	
		EMPRESA ALGODONERA S.A.	
		FIBRAS QUIMICAS INDUSTRIALES S.A.	
		HILADOS ANDINOS S.A.C.	
		HILANDERIA ANDINA S.A.C.	
		HILANDERIA DE ALGODON PERUANO S.A.	
		INCA TOPS S.A.	
7.5	Plantas textiles	INCALPACA TEXTILES PERUANOS DE EXPORTACION S.A.	
		INDUSTRIAS TEXTILES ENZO S.A.	
		NEGOCIACION LANERA DEL PERU S.A.	
		PERU PIMA S.A.	
		TEXTILES BUSTAMANTE S.A.	
		WESTERN COTTON S.A.	
		ALGODONERA BUENAVISTA S.A.	
		ALPES TEXTIL S.A.	
		BLADE S.A.C.	
		NAKAYAMA DEL PERU S.A.C.	
		TEXTIL SOL DE LOS ANDES S.R.LTDA.	
		TINTORERIA DE ALGODON SAN FRANCISCO DE ASIS	
		BORDAFINO S.R.L.	
		LAVATIN SERVINS S.A.C	
		CORONADO FLORES SEGUNDO	
7.6	Industria del cuero	CURTIEMBRE VIZCARRA S.A.	23*
		CURTIDURIA VARGAS HNOS. S.A.	
		J.V. MOLFINO E HIJOS S.A.	
		CALIMOD	
		TRADIN S.A.C.	

\*: Empresas representativas del total de industrias

#### H) Categoría N° 8: Varios

En esta categoría se encuentran incluidas las subcategorías señaladas en la Tabla N° 4.12:

A continuación se presenta en la Tabla N° 4.27, las fuentes identificadas:

Tabla N° 4.27 Fuentes identificadas en la Categoría N° 8			
	Subcategorías de las Categorías principales	Principales fuentes identificadas	Total
<b>8</b>	<b>Varios</b>		
8.1	Desecado de biomasa	Se enviaron encuestas pero no se ha identificado industrias que se dediquen a esta actividad.	
8.2	Crematorios	Servicio Funerario del Ejército	7
		Asociación Cementerio Británico Callao	
		Crematorio del Servicio Funerario Derbienal	
		Jardines de la Paz	
		Crematorio Ecológico El Manantial	
		El Ángel	
8.3	Ahumaderos	Se ha estimado mediante la información de la producción de alimentos ahumados proporcionados por la Oficina de estadística del Ministerio de la Producción	
8.4	Limpieza en seco	Se logró cuantificar el percloroetileno importado y la base de datos con información de las empresas del rubro.	
8.5	Consumo de tabaco	En el país se consumen alrededor de 2 706 673 cigarrillos anualmente.	

#### I) Categoría N°9: Disposición final/ Relleno sanitario

En esta categoría se encuentran incluidas las subcategorías señaladas en la tabla N° 4.13:

Para esta categoría se obtuvo información general, es decir, datos a nivel país y región en

cuanto a la generación de residuos domiciliarios, residuos industriales y aguas servidas, debido principalmente a lo disperso de estas fuentes.

A continuación se presenta en la Tabla N° 4.28, las fuentes identificadas:

Tabla N° 4.28: Fuentes identificadas en la Categoría N°9. Disposición Final			
	Subcategorías de las Categorías principales	Principales fuente identificadas	
<b>9</b>	<b>Disposición Final</b>		
9.1	Rellenos / vertederos y vaciaderos a cielo abierto/basurales	No se requiere la identificación puntual de Rellenos y vertederos para el posterior cálculo de liberaciones.	
9.2	Aguas de alcantarilla y tratamiento	No se requiere la identificación puntual de fuentes para el posterior cálculo de liberaciones	
9.3	Compostado	Se identificaron fuentes en las empresas mineras, aunque es muy poco la cantidad de compostado que elaboran. Además en las zonas rurales y urbanas es una actividad incipiente, de la cual no se tienen registros de información de esta actividad.	
9.4	Vertidos al agua superficial	No se requiere la identificación puntual de alcantarilla para el posterior cálculo de liberaciones	
9.5	Tratamiento de desechos de aceites (no térmico)	No se cuenta con factores de liberación para aplicación, en el instrumental del año 2005	



### 4.7.5. Estimación de los factores de emisión por defecto o medidos para cada una de las actividades

#### 4.7.5.1 Introducción a los factores de emisión

Los factores de emisión de dioxinas y furanos se definen por esencia, como la “liberación de PCDD/PCDF por unidad de material de entrada procesado o de producto producido”.

En particular, los factores de emisión por defecto facilitados en el “Instrumental Normalizado” representan un promedio de las liberaciones de PCDD/PCDF para cada subcategoría. Se basan en datos medidos en fuentes existentes con la misma tecnología, características del proceso y prácticas de operación. Aunque estos factores de emisión se basan en la mejor información disponible de la literatura u otras fuentes, éstos son susceptibles de modificarse a medida que se vaya disponiéndose de nuevos datos.

Es importante hacer notar que la obtención de datos de emisión de dioxinas y furanos exige análisis complejos. Los datos obtenidos localmente sólo se deben utilizar si son de calidad adecuada, representativos y fiables. Este proceso incluye un seguimiento cuidadoso de la forma como se han generado los datos.

Requisito previo para la obtención de datos de alta calidad es la aplicación de métodos normalizados de muestreo y análisis, una experiencia demostrada de laboratorio y una buena documentación. Si no se reúnen esas condiciones, se recomienda recurrir a los factores de emisión por defecto facilitados por el “Instrumental Normalizado” que utilizar datos medidos de calidad dudosa.

#### 4.7.5.2 Factores de emisión del Instrumental Normalizado

Los factores de emisión corresponden a los datos recomendados por el “Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos” 2da Edición, Febrero del 2005, PNUMA.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Estimación de las liberaciones de PCDD/PCDF en Perú

A continuación se presenta los resultados asociados a las liberaciones en el ámbito nacional de dioxinas y furanos en el Perú, Año Base 2003.

#### 5.1.1 Categoría Principal 1: Incineración de Desechos

En la tabla 5.1, se presentan las liberaciones de PCDD/PCDF estimadas para Perú, Año Base 2003, correspondientes a la categoría incineración de desechos. En total se liberaron 21 g EQT/a vía aérea y 17 g EQT/a vía residuos de PCDD/PCDF.

Tabla N° 5.1: Liberaciones de PCDD/PCDF – Categoría 1. Incineración de desechos								
Subcategorías de fuentes		Liberación anual						Total g EQT/a
		g EQT/a Aire	g EQT/a Agua	g EQT/a Suelo	g EQT/a Productos	g EQT/a Cen. Vol.	g EQT/a Cen.Dep	
a	Incineración de desechos sólidos municipales	0,086	NA	NA	NA	0,123	0,004	0,213
b	Incineración de desechos peligrosos	0,365	NA	NA	NA	0,246	0	0,211
c	Incineración de desechos médicos/hospitalarios	19,240	NA	NA	NA	0,000	0,113	19,353
d	Incineración de agregados ligeros	0,000	NA	NA	NA	0,000	0,000	0
e	Incineración de lodos de alcantarilla	0,000	NA	NA	NA	0,000	0	0
f	Incineración de desechos de madera y de biomasa	1,680	NA	NA	NA	16,805	0	18,485
g	Combustión de carcasas de animales	0,004	NA	NA	NA	0	0	0,004
<b>TOTAL</b>		<b>21,275</b>				<b>17,174</b>	<b>0,117</b>	<b>38,566</b>
						<b>17,291</b>		

En las figuras 5.1 y 5.2 se presentan la distribución regional de las liberaciones de PCDD/

PCDF a las vías aéreas y residuos, respectivamente.

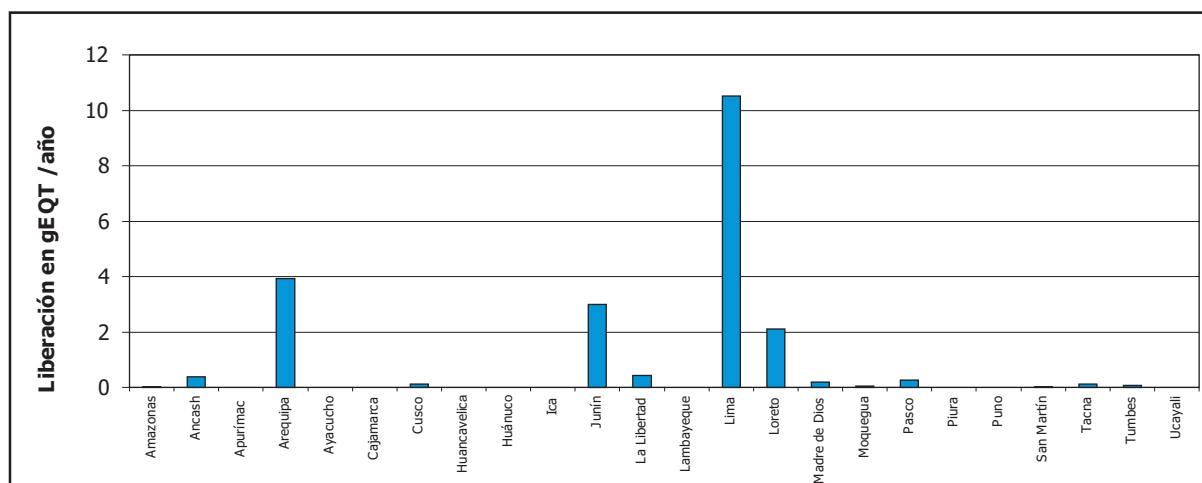
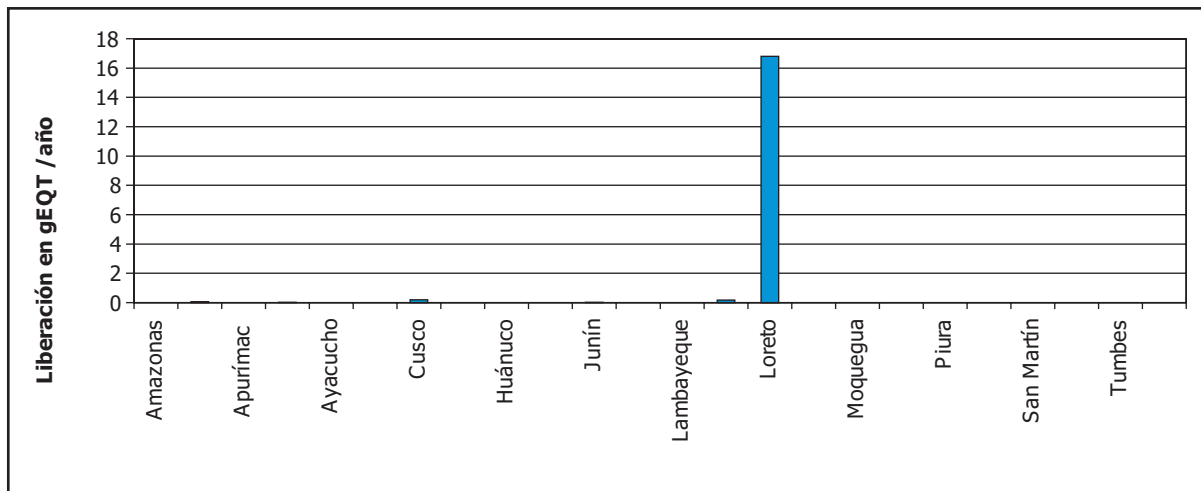


Figura N° 5.1: Estimación de liberaciones PCDD/PCDF por regiones. Vía Aérea. Categoría N° 1



**Figura N° 5.2: Estimación de liberaciones PCDD/ PCDF en la Categoría N° 1 por región. Vía Residuos**

**5.1.1.1 Desechos Sólidos Municipales**

En Perú, no se realiza incineración de desechos sólidos municipales. Estos desechos son dis-

puestos en rellenos sanitarios o en botaderos, siendo una parte arrojada a los ríos, litorales y terrenos deshabitados, en algunos casos son quemados a cielo abierto.

**Tabla N° 5.2: Liberaciones de PCDD/PCDF Incineración desechos domésticos**

Fuentes	Cantidad de desechos domésticos (DD) quemados/año t/a	Clase	Factores de emisión (µg de EQT / t de DD)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Empresa Contratista	245,95	2	350	500	0,09	0,12
<b>TOTAL</b>	<b>245,95</b>				<b>0,09</b>	<b>0,12</b>

**5.1.1.2 Incineración de Desechos Peligrosos**

Los desechos peligrosos procedentes de las minas son encapsulados y van como relleno hidráulico. En otras minas los desechos peligrosos son llevados por una empresa prestadora de servicios de residuos sólidos (EPS-RS), las mismas que los transportan y depositan en el relleno sanitario, sin incineración. En el caso de los aceites usados, éstos son transportados por una EPS-RS a una

planta de tratamiento o son comprados por una industria del cemento.

En el caso de las industrias, los residuos industriales peligrosos son transportados al relleno de seguridad y en algunos casos a los botaderos.

Se ha identificado empresas mineras que incineran residuos peligrosos en sus unidades administrativas con un total de 8,32 toneladas de residuos peligrosos, y se les ha ubicado en la clase 1.

Tabla N° 5.3: Liberaciones de PCDD/PCDF - Incineración desechos peligrosos						
Fuentes	Cantidad de desechos peligrosos (DP) quemados/año t/a	Clase	Factores de emisión (µg de EQT / t de DP)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Empresa Minera	8,32	1	35 000	9 000	0,29	0,07
Empresa contratista	0,18	2	350	900	0,00	0,00
EP S	109,43	2	350	900	0,04	0,10
Empresa contratista	78,54	2	350	900	0,03	0,07
Mercancías (SUNAT)	0,24	1	35 000	9 000	0,01	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>196,71</b>				<b>0,365</b>	<b>0,246</b>

### 5.1.1.3. Incineración de Desechos Médicos / Hospitalarios

La tasa de incineración de desechos médicos fue obtenida a partir de la información proporcionada por hospitales y servicios de salud del país en las encuestas. La estimación de la generación de desechos médicos obtenida se contrastó con el documento “Tecnología de residuos sólidos de establecimientos de salud” del Ministerio de Salud 1998 y la Norma técnica de residuos sólidos hospitalarios. Para la incineración en hospitales, se utilizan sistemas básicos de combustión (principalmente), que no poseen ningún tipo de control.

Sólo se cuenta con una empresa privada de incineración, que utiliza tecnología de doble cámara de combustión y cuenta con un sistema de tratamiento de gases. Esta empresa prestadora de servicios realiza la incineración de desechos sólidos que son de naturaleza hospitalaria con presencia de desechos farmacéuticos y químicos. La instalación cuenta con dos hornos incineradores rotatorios con revestimiento refractario, 2 termocuplas de control digital, chimenea con malla de filtrado y sistema de lavado de humos. Los desechos hospitalarios quemados llegaron a sumar 1 694 toneladas en el año 2003 (Tabla N° 5.4), siendo las cenizas luego trasladadas al relleno sanitario Portillo Grande para su disposición final. En su mayoría estos residuos corresponden a establecimientos de salud privados.

La generación de desechos médicos / hospitalarios en establecimientos de salud públi-

ca en el Perú representa el 82,6% de la generación de residuos hospitalarios totales del país, según el estudio realizado por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud (1994), denominado «Información relevante respecto a aspectos técnicos relacionados con el manejo de residuos sólidos». Los establecimientos de salud privados y de Essalud también proporcionaron información sobre sus desechos hospitalarios incinerados.

Entre las empresas mineras del país, de las que cuentan con hospital, algunas tienen incineradores equipados con doble cámara de combustión y sistemas de control de contaminación atmosférica, por lo cual se les incluyó dentro de la denominada clase 2 relacionada con combustión del tipo lotes, con control de contaminación atmosférica (CCA). Las cantidades de desechos incinerados no son tan grandes en comparación a los desechos hospitalarios generados en establecimientos del sector salud, siendo su contribución mínima, sin embargo se las incluyó debido a la importancia que tiene la actividad de la incineración en las emisiones de PCDD/PCDF (Tabla N° 5.4).

Al igual que los recursos humanos, existe una mayor concentración de los establecimientos de salud en las grandes ciudades. Así, entre 11 y 14 regiones concentran el 80% del total de establecimientos a nivel nacional, con la diferencia que en las grandes ciudades prevalecen los hospitales y centros de salud (el 35,3% de los hospitales y el 34,9% de los centros de salud se encuentran en Lima), mientras que la distribución de pues-

tos de salud es más homogénea entre las regiones del país (el 8,26% se encuentran en Lima).

En el año 2003 fueron incinerados: 3 611,96 toneladas de desechos hospitalarios, correspondiendo 219 toneladas al Ministerio de Sa-

lud en la clase 1; 1 691 toneladas a Essalud en la clase 2, y 5,03 toneladas de desechos hospitalarios de las empresas mineras en la clase 1 y 2,40 toneladas en la clase 2 (Tabla N° 5.4). En total se liberaron 19 g EQT/a vía aérea y 0,1 g EQT/a vía residuos para el año 2003

**Tabla N° 5.4: Liberaciones de PCDD/DF por Incineración de Desechos Médicos / Hospitalarios. Perú año 2003.**

Establecimientos de salud	Cantidad de desechos médicos/hospitalarios (DMH) quemados/año t/a	Clase	Factores de emisión (µg de EQT / t de DMH)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
			MINSAs	219,40	1	40 000
Essalud	1 691,03	2	3 000	20	5,07	0,03
Empresas mineras	5,03	1	40 000	200	0,20	0,00
Empresas mineras	2,40	2	3 000	20	0,01	0,00
Empresas Privadas	1 694,10	2	3 000	20	5,08	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>3 611,96</b>		-	-	<b>19,14</b>	<b>0,11</b>

**5.1.1.4 Incineración de desguace, fracción ligera**

No existen incineradores exclusivos para esta actividad en el Perú. La fracción ligera como metales, plásticos y materiales diversos, productos del desguace, se separan y se reciclan las partes metálicas. Los materiales no metálicos se disponen en rellenos sanitarios o se reciclan.

**5.1.1.5 Incineración de lodos de alcantarilla**

En el ámbito nacional, no existen incineradores destinados para tal fin.

**5.1.1.6 Incineración de desechos de madera y de biomasa**

En el Perú, el abundante recurso forestal ha propiciado una serie de empresas madereras,

aserraderos y triplayeras. Sólo en el departamento de Loreto existen alrededor de 30 empresas que se dedican a esta actividad, de los cuales sólo se han identificado 18 empresas, que realizan incineración para eliminar la abundante cantidad de desechos de aserrín y restos de madera que genera la actividad constante del aserradero. Generalmente cuentan con un incinerador es un horno cónico vertical, el cual es alimentado continuamente por la parte superior con aserrín y restos de madera, subproductos del proceso de fabricación de la madera, el mismo que mantiene la combustión con alimentación constante de aire y carece de algún tipo de sistema de control de contaminación atmosférica. Se les incluye en la clase 1 para la estimación de los factores de emisión. Al año quemaron 16 805 toneladas de biomasa entre aserrín y restos de madera (Tabla N° 5.5).

**Tabla N° 5.5: Liberaciones de PCDD/PCDF Incineración de maderas de desecho y biomasa de desecho**

Fuentes	Cantidad de desechos de biomasa (DB) quemados/año t/a	Clase	Factores de emisión (µg de EQT / t de DB)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
			Empresas madereras, aserraderos y triplayeras	16 804,99	1	100
<b>TOTAL</b>	<b>16 804,99</b>				<b>1,68</b>	<b>16,80</b>

### 5.1.1.7 Incineración de cadáveres de animales

No es práctica común la incineración de animales de mataderos, decomisados, etc. Eventualmente, se incineran cadáveres de animales de bioterio, clínicas veterinarias, etc. Cuando se realiza esta disposición final, se considera el desecho de tipo hospitalario, y se lo cuantifica en esa subcategoría sin discriminación respecto de los otros.

La combustión de cadáveres de animales no es una práctica habitual en el Perú, excepto cuando el animal es detectado con enfermedades contagiosas como el ántrax, siendo en este caso quemado a cielo abierto y enterrado con cal (información obtenida de las entrevistas a los agri-

cultores del centro). En ciudades de la costa, los cadáveres de animales son dispuestos en rellenos sanitarios o botaderos y en las ciudades o regiones andinas son generalmente enterrados y cubiertos con cal.

La quema de cadáveres de animales en hornos se efectúa en el Instituto Nacional de Salud dependencia del Ministerio de Salud, donde son incinerados los restos de animales utilizados en laboratorios y prácticas pre-profesionales; y para ello se utilizan hornos sencillos de baja tecnología sin ningún sistema de control de contaminación atmosférica, ubicándolos en la clase 1. La cantidad de cadáveres de animales quemados durante el año 2003 aproximadamente fue de 7 toneladas. (Tabla N° 5.6).

Fuentes	Cantidad de cadáveres quemados/año* t/a	Clase	Factores de emisión (µg de EQT / t de cadáveres de animales quemados)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
INS	7,00	1	500	NA	0,004	NA
<b>TOTAL</b>	<b>7,00</b>				<b>0,004</b>	<b>NA</b>

\* Información proporcionada por el Instituto Nacional de Salud (INS)

### 5.1.2 Categoría Principal 2: Producción de metales ferrosos y no ferrosos

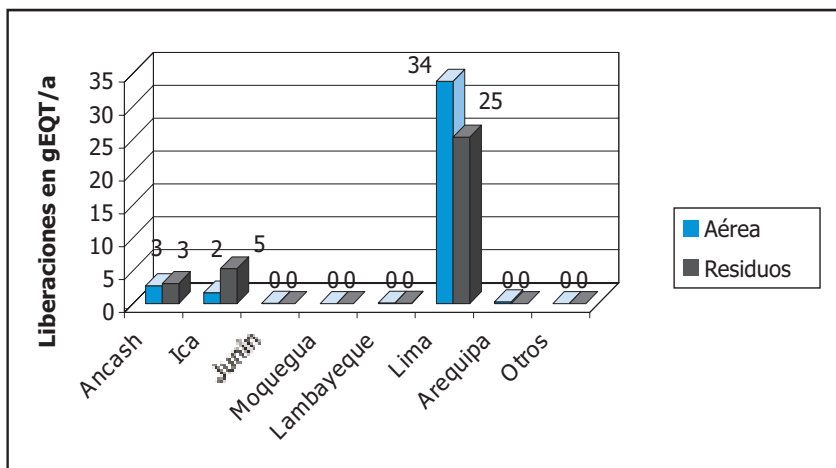
En la tabla 5.7 se presentan las liberaciones de PCDD/PCDF estimadas para Perú, Año Base 2003, correspondientes a la categoría Producción de metales ferrosos y no Ferrosos. Se ha

liberado 34 g EQT/a vía aérea y 72 g EQT/a vía residuos de PCDD/PCDF. En la figura 5.3 se presenta la distribución regional de las liberaciones de PCDD/PCDF a las vías aérea y residuos. Se puede apreciar que las mayores liberaciones de PCDD y PCDF corresponden a la región Lima, seguido de la región Ancash e Ica.



**Tabla 5.7: Resultado de la liberación de PCDD y PCDF de la categoría 2. Producción de metales ferrosos y no ferrosos**

Subcategorías de fuentes	Liberación anual					Total g EQT/a
	g EQT/a Aire	g EQT/a Agua	g EQT/a Suelo	g EQT/a Productos	g EQT/a Cen. Vol.	
A. Sinterización de hierro	<b>0,677</b>	ND	ND	ND	<b>0,000</b>	<b>0,678</b>
b. Producción de coque	<b>0,063</b>	ND	ND	ND	<b>0,000</b>	<b>0,063</b>
c. Plantas de hierro y acero	<b>3,670</b>	ND	ND	ND	<b>8,348</b>	<b>12,018</b>
d. Fundiciones Ferrosas	<b>0,839</b>	ND	ND	ND	<b>0,384</b>	<b>1,222</b>
e. Producción No ferrosas	<b>33,269</b>	ND	ND	ND	<b>24,982</b>	<b>58,251</b>
Producción de cobre	30,800	ND	ND	ND	24,255	55,055
Producción de aluminio	0,337	ND	ND	ND	0,458	0,795
Producción de plomo	0,433	ND	ND	ND	0,006	0,439
Producción de zinc	0,949	ND	ND	ND	0,000	0,949
Producción de bronce y latón	0,023	ND	ND	ND	0,263	0,286
Producción de magnesio	0,000	ND	ND	ND	0,000	0,000
Producción térmica de metales no ferrosos (ej. Ni)	0,001	ND	ND	ND	0,000	0,001
Trituradura (p.ej. automóviles)	0,000	ND	ND	ND	0,000	0,000
Recuperación térmica de cobre de cables	0,726	ND	ND	ND	0,000	0,726
<b>TOTAL</b>	<b>38,518</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>33,714</b>	<b>72,232</b>



**Figura N° 5.3: Estimación de liberaciones de PCDD/DF por Región. Vía Aérea y residuos en la Categoría N° 2**

**5.1.2.1 Sinterización de mineral de hierro**

En el Perú se identifica sólo una instalación que realiza esta actividad, la cual utiliza como materia prima pellets de hierro y desechos producidos de la fabricación del arrabio (lodos) producidos por la convertidora LD (tipo de horno básico a oxígeno). Cuenta con ciclones

como único sistema de control de contaminación atmosférica. Dado estas características, este horno se clasifica en la Clase 2 con un factor de emisión igual a 5 µg EQT/t sinterizado producido. Se ha liberado en esta subcategoría 0,7 g EQT/a vía aérea y 0,0004 g EQT/a vía residuo de PCDD/PCDF en el año 2003 (Tabla N° 5.8).

**Tabla N° 5.8: Liberaciones de PCDD/PCDF - Sinterización de mineral de hierro**

Fuentes	Cantidad desinterizado producido(t/a)	Clase	Factores de emisión (µg de EQT / t de sinterizado producido)		Liberación (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Siderurgia	135,445	2	5	0,003	0,677	0,0004
<b>TOTAL</b>	<b>135,445</b>				<b>0,677</b>	<b>0,0004</b>

### 5.1.2.2 Producción de Coque

El coque se obtiene a partir del carbón bituminoso, por un proceso de carbonización a altas temperaturas en ausencia de aire (vacío), que culmina con el desprendimiento de materias volátiles obteniéndose un carbón con pequeñas cantidades de hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y cenizas. El carbón que hay en Perú es del tipo antracita, bituminoso y semi bituminoso, encontrándose los dos últimos en menor cantidad, de manera que en los últimos años, la producción de coque en nuestro país, es realizada con carbón importado.

En el ámbito nacional sólo se ha identificado una empresa que se dedica a la fabricación de coque para uso propio, cuya producción fue de 29 253 t para el año 2003. Utiliza como com-

bustible los propios gases generados, siendo de esta manera un proceso autógeno que no descarga gases de coquificación al ambiente. La producción de coque en el país muestra una tendencia a disminuir y desaparecer en los próximos años de manera que su utilización será cubierta solamente por las importaciones de dicho producto.

Las liberaciones de PCDD y PCDF se estimaron considerando la clase 2, es decir, cuenta con un sistema de control de contaminación atmosférica, con post-combustión y retención de polvo, sin embargo es importante aclarar que la tecnología utilizada es distinta a la metodología aplicada, por lo que es muy posible esperar que las liberaciones también lo sean. Se liberaron 0,009 gEQT vía aérea de PCDD/PCDF al año 2003 (Tabla N° 5.9).

**Tabla N° 5.9: Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de coque**

Cantidad de coque producido (t/a)	Clase	Factores de emisión		Emisión	
		Aire (µg de EQT/t de coque producido)	Residuos (µg de EQT/t de coque producido)	Aire (g EQT/a)	Residuos (g EQT/a)
29 253	2	0,3	0,06	0,009	0,0000

En cuanto al carbón vegetal o carbón de leña, en el Perú se produce en la costa norte y en la selva principalmente. La producción de carbón vegetal es realizada por pequeños productores que por lo general utilizan hornos convencionales que no cuentan con ningún tipo de sistema de control de contaminación atmosférica. No existen reportes oficiales sobre las producciones realizadas por este tipo de empresas, sin embargo el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) del Ministerio de Agricultura estima que la producción de carbón vegetal para

los departamentos ámbito del inventario fue de 18 146,63 toneladas durante el año 2003.

Debido a la falta de factores que permita evaluar las liberaciones de la producción de carbón vegetal a partir de la leña, se realizó una estimación inicial considerando los factores de emisión utilizadas para la producción de carbón de coque. La elaboración del carbón de leña no tiene sistema de control de gases y se le ha incluido en la clase 1 de esta subcategoría.

En la Tabla N° 5.10 se muestra la producción anual y las estimaciones de PCDD/PCDF para la elaboración de carbón vegetal por departamen-

to. Se liberaron 0,05 g EQT/año de PCDD/PCDF vía aérea por la producción de carbón vegetal.

**Tabla N° 5.10: Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de carbón vegetal**

Departamentos	Producción de carbón vegetal* (t/a)	Clase	Factores de Emisión (µg de EQT/ t de carbón vegetal)	Liberación (g EQT/a)
			Aire	Aire
Amazonas	0	1	3	0,000
Ancash	123,8525	1	3	0,000
Apurímac	11,5	1	3	0,000
Arequipa	239,462	1	3	0,001
Ayacucho	0	1	3	0,000
Cajamarca	0	1	3	0,000
Cusco	0	1	3	0,000
Huancavelica	0	1	3	0,000
Huánuco	0	1	3	0,000
Ica	308,423	1	3	0,001
Junín	147,08	1	3	0,000
La Libertad	0	1	3	0,000
Lambayeque	1 826,585	1	3	0,005
Lima	0	1	3	0,000
Loreto	0	1	3	0,000
Madre de Dios	8,356	1	3	0,000
Moquegua	4,57	1	3	0,000
Pasco	4,726	1	3	0,000
Piura	7 873,635	1	3	0,024
Puno	0,8	1	3	0,000
San Martín	0	1	3	0,000
Tacna	19,04	1	3	0,000
Tumbes	985,985	1	3	0,003
Ucayali	6 592,61999	1	3	0,020
<b>TOTAL</b>	<b>18 146,634</b>			<b>0,054</b>

*\*: Datos tomados del Anuario Forestal en Números 2003- Instituto Nacional de Recursos Naturales Ministerio de Agricultura*

### 5.1.2.3 Producción y fundición de hierro y acero

En el Perú además de las grandes empresas de hierro y acero también existen medianas y pequeñas empresas dedicadas a esta actividad, sin embargo el inventario sólo ha considerado a las medianas empresas cuya producción es ligeramente superior, debido a la existencia de un sector informal que lo constituyen pequeñas empresas cuya contribución en comparación con las grandes empresas es poco significativa, además que no se cuenta con la información suficiente, precisamente por estar fuera del control institucional. Las empresas de mediana producción presentan diferentes características, las cuales se detallan a continuación por tipo de horno y sistema de control de contaminación atmosférica:

- Hornos de inducción, sin tratamiento
- Horno de arco eléctrico, colector de humos y polvos
- Horno de arco eléctrico, sin tratamiento.
- Hornos de inducción de frecuencia media, sin tratamiento.

De acuerdo a las características de los procesos de producción, determinado por el tipo de horno y sistema de control de contaminación atmosférica utilizado se realizaron las estimaciones de PCDD/PCDF liberadas por la producción de hierro y acero. Se liberaron 4,5 g EQT/a y 8,7 g EQT/a de PCDD/PCDF vía aérea y vía residuos respectivamente en el año 2003 (Tabla N° 5.11).

Tabla N° 5.11: Liberaciones de PCDD/PCDF Plantas de producción de hierro y acero y fundiciones						
Plantas de producción de hierro y acero y fundiciones	Cantidad de Hierro producido* (t/a)	Clase	Factores de emisión (µg de EQT/t de hierro)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Plantas de hierro y acero	844,091				3,67	8,3480
Chatarra sucia, pretratamiento de la chatarra, controles limitados	285,375	1	10	15	2,854	4,281
Chatarra limpia/hierro virgen, postcombustión y filtro de tela	271,158	2	3	15	0,813	4,067
Altos hornos con CCA	287 557,78	4	0.01	ND	0,003	ND
Fundiciones	127,048				0,839	0,3839
Cubilote de aire frío o tambor rotatorio sin SCCA	79,055	1	10	ND	0,791	ND
Cubilote de aire frío, filtro de tela	47,992	3	1	8	0,048	0,384
<b>TOTAL</b>	<b>971,138</b>				<b>4,509</b>	<b>8,73</b>

\*: Información proporcionada por las empresas fundidoras de metales.

#### 5.1.2.4 Producción de cobre

La fabricación del cobre como generador de PCDD/PCDF se clasifica de acuerdo al tipo de producto obtenido, siendo denominados como cobre primario y cobre secundario. El cobre primario se produce mediante procesos hidrometalúrgicos o pirometalúrgicos, siendo este último el utilizado en el Perú. El proceso se fundamenta en la descomposición de minerales sulfurados, oxidación selectiva con aire en reactores de conversión y utilización de fundentes que separan el hierro y azufre del cobre metálico ampolloso o «blister».

El proceso de cobre secundario se obtiene de la fundición básicamente de la chatarra además de otros residuos que contienen cobre. Esto se realiza por procesos de pirometalurgia y pueden utilizar hornos rotatorios convertidores, hornos de fundición flash, hornos reverberos, hornos eléctricos, hornos de inducción, hornos de columna, entre otros.

La producción de cobre primario en el Perú se realiza principalmente a través de dos empresas que realizan la actividad de fundi-

ción a partir de concentrados de cobre mineral. Ambas instalaciones sólo presentan equipos de control de particulado como sistema de control de contaminación atmosférica, utilizado para los gases de salida en sus hornos. Según el Ministerio de Energía y Minas, la producción de cobre primario de estas dos grandes empresas sumó 345 867 toneladas para el año 2003, correspondiendo a la clase 6.

La producción de cobre secundario ha sido identificada en el sector formal a través de una empresa que utiliza hornos rotatorios para el proceso de fundición de chatarra de cobre como materia prima y hornos de inducción para fundición de cátodos de cobre en aleación con metales de zinc, silicio y manganeso. La producción de cobre secundario en nuestro país es realizada de manera informal por pequeñas empresas, por lo cual no existe una información oficial de producción. Sólo se identificó una empresa fundidora de cobre secundario con una producción de 38 mil 500 toneladas de cobre, ubicándola en la clase 1. Se liberaron 30,8 g EQT/a vía aérea y 24,3 g EQT/a vía residuos de PCDD/PCDF para el año 2003 de esta subcategoría (ver Tabla N° 5.12).

**Tabla N° 5.12: Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de cobre**

Empresa	Tasa de Actividad (Tn/año)	Clase	Factores de emisión (ug de EQT/t de cobre)		Emisiones (g EQT/año)	
			Atmósfera	Residuo	Atmósfera	Residuo
1	61 866 *	6	ND	ND	ND	ND
2	284 001*	6	ND	ND	ND	ND
3	38 500**	1	800	630	30,800	24,255
	384 367				30,800	24,255

\*: Datos obtenidos del Anuario Estadístico de Minería (2003) del Ministerio de Energía y Minas

\*\* : Datos obtenidos de las fundidoras de metales

### 5.1.2.5 Producción de aluminio

La producción secundaria de aluminio se caracteriza por el empleo de hornos que pueden ser rotatorios o de inducción que mediante la utilización de sales fundentes permite la fusión de la chatarra, que luego es refinada o aleada con adición de aditivos. La producción de aluminio en el Perú está orientada a la fabricación de perfiles, planchas y discos de aluminio, la cual se realiza por procesos de fundición, la misma que para el año 2003 fue de 2 267 toneladas. Esta información procede de las empresas formales. El proceso de fabricación incluye la utilización de chatarra de aluminio y la tecnología utilizada no tiene un adecuado control de las liberaciones atmosféricas, por lo que se incluye esta actividad en la clase 1.

Vale indicar que existen pequeñas empresas fundidoras de aluminio que operan de manera informal, por lo que no existen datos oficiales sobre la producción de aluminio procesado y se considera de menor cuantía, siendo su contribución no significativa. En la siguiente tabla se detallan las estimaciones realizadas para la producción de aluminio. Las empresas encuestadas declararon una producción de 2 243,2 toneladas y están incluidas dentro de la clase 1 de la subcategoría porque no tiene un sistema de control de gases. Se ha considerado a una empresa que produce 23,5 toneladas de aluminio que se incluya en la clase 2 porque tiene un sistema de control de gases (Tabla N° 5.13).

**Tabla N° 5.13. Liberaciones de PCDD/PCDF Producción de aluminio**

Plantas de producción de aluminio con:	Cantidad de Aluminio producido*(t/a)	Clase	Factores de emisión (µg de EQT/t de Aluminio)		Emisión (g EQT/año)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Procesamiento de chatarra de Al, tratamiento mínimo de material de entrada y simple retención del polvo	2 243,2	1	150	200	0,336	0,449
Tratamiento la chatarra bien controlado, buen SCCA	23,5	2	35	400	0,001	0,009
<b>TOTAL</b>	<b>2 266,7</b>				<b>0,337</b>	<b>0,458</b>

\* Datos obtenidos de las fundidoras de aluminio y del Anuario Estadístico 2003 del Ministerio de la Producción

### 5.1.2.6 Producción de plomo

En el ámbito del inventario, se ha identificado la fabricación de plomo secundario realizada por empresas pertenecientes al sector formal y están representadas por empresas fabricantes de baterías y por fundiciones de plomo.

Una de las materias primas utilizadas dentro del proceso de fabricación de baterías, proviene del reciclado de baterías en desuso. Según la Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística, la producción de baterías fue de 608 899 unidades para el año 2003. Las estimaciones se realizaron considerando 8,0 kg como peso neto promedio de plomo por ba-

tería, siendo de esta manera la producción de plomo de 4 871 toneladas para el año 2003, incluyéndola en la clase 1.

A través de las encuestas se ha obtenido la tecnología utilizada por las empresas, habiéndose identificado que una de las instalaciones cuenta con hornos rotatorios acondicionados con ciclones y filtros de manga para la recuperación de polvo y lavador de gases, a la que se le incluye en la clase 3. Se tiene también conocimiento de empresas fundidoras que producen el plomo secundario a partir de chatarra, con algún sistema de control de emisiones como el uso de ciclones, habiendo incluido su producción en la clase 2.

La producción de plomo refinado y aleado, se realiza con chatarra de plomo en aleación con otros metales y utiliza como horno una olla de hierro, acondicionado con sistema de recolección por medio de un extractor que lleva las partículas a un filtro de manga. Sólo se ha identificado a una empresa con producción primaria de plomo, incluyéndola en la clase 4. También se tiene conocimiento de pequeñas empresas informales dedicadas a la fabricación de plomo secundario. En esta subcategoría se ha liberado 0,4 g EQT/a vía aérea y 0,006 g EQT/a vía residuos de PCDD/PCDF al año 2003 (ver tabla 5.14).

**Tabla N° 5.14: Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de plomo**

Planta v Fundiciones de plomo con:	Cantidad de plomo producido* (t/a)	Clase	Factores de emisión (µg de EQT/t de plomo)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Producción de Pb a partir de chatarra separadores de batería de PVC	4 871	1	80	ND	0,390	ND
Producción de plomo a partir de chatarra libre de PVC/Cl 2 algún SCCA	1 210,9	2	8	5	0,010	0,006
Producción de Pb a partir de chatarra libre de PVC/Cl 2 en hornos modernos, con depurador	400,0	3	0.5	ND	0,000	ND
Producción de plomo primario	112 289	4	0.3	ND	0,034	
<b>TOTAL</b>	<b>118 770.9</b>				<b>0,434</b>	<b>0,006</b>

\* Datos obtenidos de las fundidoras de plomo y del Anuario Estadístico 2003 del Ministerio de la Producción

#### 5.1.2.7 Producción de zinc

En este rubro se cuenta con una empresa grande que refina zinc primario, que corresponde a la clase 5. Existen también medianas y pequeñas fundiciones que producen zinc secundario, habiéndose identificado a través de las encues-

tas, que hay empresas que cuentan con un filtro de bolsa para el control de gases, por lo que se las incluye en la clase 2, y empresas que no cuentan con un sistema de control de gases, correspondiéndoles la clase 1. En esta subcategoría se ha liberado 0,9 g EQT/a vía aérea de PCDD/PCDF al año 2003 (ver tabla 5.15).



**Tabla N° 5.15: Liberaciones de PCDD/PCDF- Producción de zinc**

Plantas de producción de zinc con:	Cantidad de zinc producido* (t/a)	Clase	Factores de emisión (µg de EQT/t de zinc)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Horno sin ningún control de polvo	854	1	1 000	ND	0,854	ND
Hornos de briquetado en caliente/rotativos, control básico	951	2	100	ND	0,095	ND
Producción de zinc primario	202 076	5	ND	ND	ND	ND
<b>TOTAL</b>	<b>203 881</b>				<b>0,949</b>	<b>ND</b>

\* Datos obtenidos de las fundidoras de zinc y del Anuario Estadístico 2003 del Ministerio de la Producción

**5.1.2.8 Producción de bronce y latón**

En el Perú existe producción de bronce y latón. Según la información recibida, las condiciones de su proceso productivo incluyen la utilización de hornos sencillos sin ningún tipo de sistema

de control de contaminación atmosférica, por lo cual se las incluye dentro de la clase 1. Las emisiones PCDD/PCDF son del orden de 0,02 g EQT/a vía aérea y 0,26 vía residuos para el año 2003 (Tabla N° 5.16).

**Tabla N° 5.16: Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de bronce y latón**

Plantas de producción de bronce y latón con:	Cantidad de bronce y latón producido* (t/a)	Clase	Factores de emisión (µg de EQT/t de bronce y latón)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Eliminación térmica de aceites de las virutas	0	1	2.5	NA	0,000	
Hornos de fundición simples	143	2	10	ND	0,001	
Chatarra mezclada, hornos de inducción, filtros de tela	2 107	3	10	125	0,021	0,263
<b>TOTAL</b>	<b>2 250</b>				<b>0,022</b>	<b>0,263</b>

\* Datos obtenidos de las fundidoras de metales y del Anuario Estadístico 2003 del Ministerio de la Producción

**5.1.2.9 Producción de magnesio**

Esta actividad no se realiza en el Perú.

**5.1.2.10 Producción de otros metales no ferrosos**

En el Perú existen medianas y pequeñas fundiciones que producen otros metales no ferrosos, a citar, las fundiciones de plata, de oro y de

estaño totalizando una producción de 11 toneladas. A estas empresas se las incluyó dentro de la clase 1 si no tenían sistema de control de gases y dentro de la clase 2 si tenían algún sistema de control. Las emisiones PCDD/PCDF son del orden de 0,001 g EQT/a vía aérea para el año 2003 (Tabla N° 5.17).

**Tabla N° 5.17: Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de oro, plata y estaño.**

Plantas de producción de estaño, oro y plata con:	Cantidad de estaño, oro y plata producido* (t/a)	Clase	Factores de emisión (µg de EQT/t de estaño, oro y plata)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Chatarra contaminada , simple o ningún SCCA	9	1	100	ND	0,001	ND
Chatarra limpia, buen SCCA	2	2	2	ND	0,000	ND
<b>TOTAL</b> Producción térmica de metales no ferrosos	<b>11</b>				<b>0,001</b>	<b>0</b>

\* Datos obtenidos de las fundidoras de metal y del Anuario Estadístico 2003 del Ministerio de la Producción

#### 5.1.2.11 Desguazadoras

En el Perú no se identifican plantas desguazadoras. Esta actividad es realizada por empresas particulares que tienen a su cargo personal que mediante sierras mecánicas cortan y fraccionan el material metálico durante el cual se desprenden polvo con restos de óxidos, grasa y residuos. El material metálico producto del desguace luego es comercializado como chatarra a empresas metalúrgicas que la utilizan como materia prima en sus procesos de producción.

Según información brindada por la Dirección de Capitanías y Guardacostas (DICAPI) durante el año 2003 se realizó el desguace de 600 toneladas de embarcaciones. Dichos desguaces se realizaron en las condiciones operativas establecidas en el Instrumental del PNUMA (2005) para el cual se establece el factor de 0,2 µg EQT/t de acero, resultando una liberación de PCDD/PCDF vía aérea igual a 0,0001 gEQT/año 2003 (Tabla 5.18).

**Tabla N° 5.18: Liberaciones de PCDD/PCDF - Desguazadoras**

Trituradura	Tonelaje* (t/a)	Clase	Factores de emisión (µg de EQT/t de desguace)	Emisión (g EQT/a)
			Aire	Aire
Plantas de desguace de metales (embarcaciones)	600	1	0,2	0,0001
<b>TOTAL</b>				<b>0,0001</b>

\*: Datos proporcionados por DICAPI

#### 5.1.2.12 Recuperación térmica de cables

La recuperación térmica de cables es una actividad que se realiza de manera informal en el

Perú mediante la quema a cielo abierto, de esta actividad resulta que se liberan 0,726 g EQT/año de PCDD/PCDF, como se indica en la tabla N° 5.19.

<b>Tabla N° 5.19: Liberaciones de PCDD/PCDF - Recuperación térmica de cobre de cables</b>						
Recuperación térmica de cobre de cables	Cantidad de cables de cobre quemados* (t/a)	Clase	Factores de emisión (µg de EQT/t de cables de cobre quemados)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Quema de cables a cielo abierto	145	1	5000	ND	0,726	ND
<b>TOTAL</b>	<b>145</b>				<b>0,726</b>	<b>ND</b>

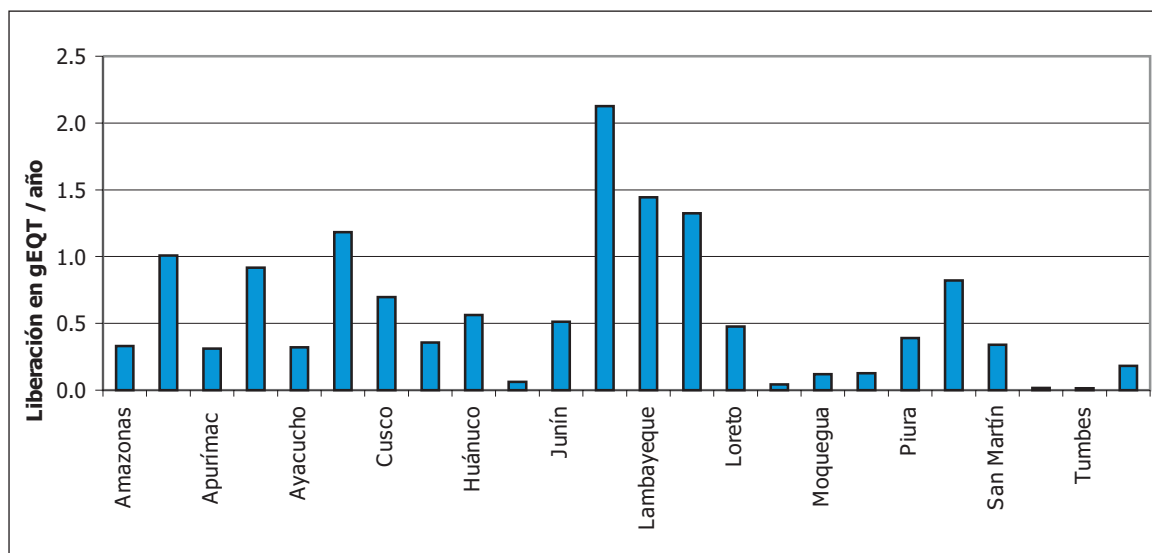
\*: Datos tomados del informe de OSINERG.

Existe información que cables del sector energético son recolectados de manera ilegal por personas que lo comercializan para aprovechar el cobre metálico. Según OSINERG (2004), ha habido una producción de 145 toneladas de cables eléctricos, que los renuevan cada año, asumiendo que todos estos cables eléctricos se queman a cielo abierto se les ha incluido en la clase 1.

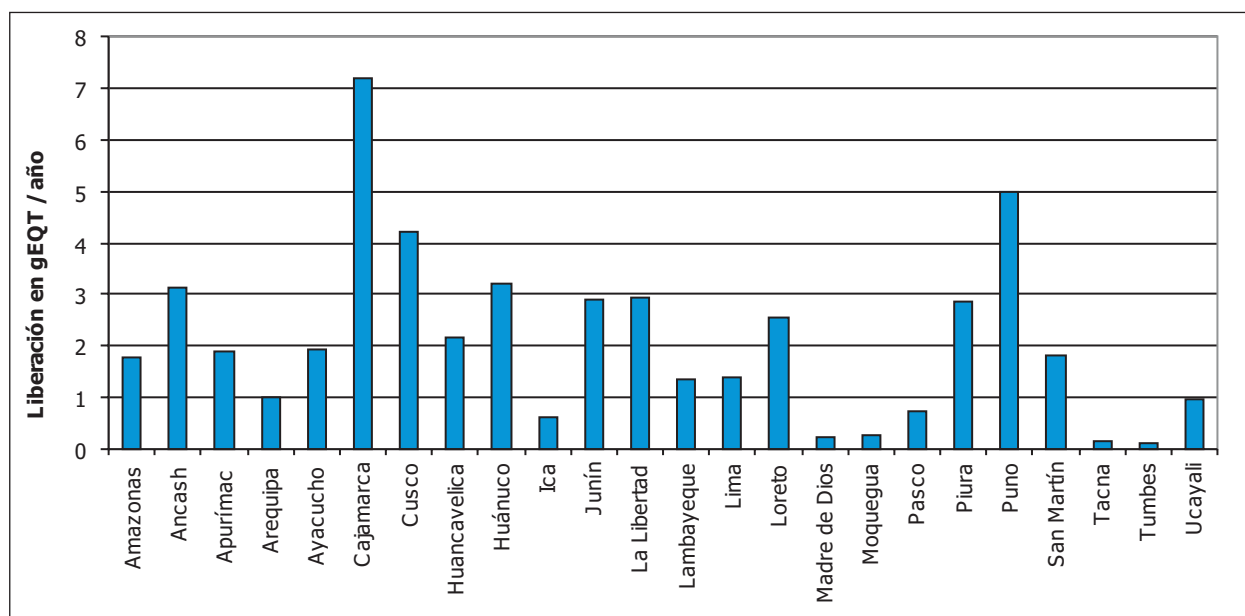
### 5.1.3 Categoría Principal 3: Generación de energía y calefacción

En la tabla 5.20, se presentan las liberaciones de PCDD/PCDF estimadas para Perú, Año Base 2003, correspondientes a la categoría 3, generación de energía y calefacción. Se ha liberado 13,7 g EQT/a vía aérea y 50,3 g EQT/a vía residuos de PCDD/PCDF. En las figuras 5.4 y 5.5 se presentan la distribución regional de las liberaciones de PCDD/PCDF a las vías aéreas y residuos respectivamente.

<b>Tabla 5.20: Resultado de la liberación de PCDD y PCDF de la categoría 3. Generación de energía y calefacción</b>						
Subcategorías de fuentes	Liberación anual					Total
	g EQT/a	g EQT/a	G EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	
	Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos	
a. Centrales eléctricas de combustibles fósiles	0,127	ND	NA	NA	0,124	0,251
b. Centrales e léctricas de biomasa	5,332	ND	NA	NA	ND	5,332
c. Combustión de gas proveniente de rellamamientos, biogás.	0	ND	NA	NA	ND	ND
d. Combustión de biomasa para uso doméstico (calefacción, cocina)	7,749	ND	NA	NA	13,331	21,080
e. Calefacción doméstica - combustibles fósiles	0,484	ND	NA	NA	36,854	37,338
<b>TOTAL</b>	<b>13,692</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>50,309</b>	<b>64,001</b>



**Figura N° 5.4: Estimación de liberaciones PCDD/PCDF por región. Vía Aérea. Categoría N° 3.**



**Figura N° 5.5: Estimación de liberaciones PCDD/PCDF por región. Vía Residuos. Categoría N° 3.**

### 5.1.3.1 Centrales de energía de combustibles fósiles

El parque de generación eléctrica está compuesto por 423 centrales eléctricas, de las cuales 161 (61%) son hidroeléctricas y 262 (49%) son térmicas. Del total de centrales hidroeléctricas, el 81% generan para el mercado eléctrico y el 19% lo hacen para uso propio. En el caso de las centrales térmicas, 145 (55%) generan para el mercado eléctrico y

117 (45%) para uso propio. Entre las empresas del mercado eléctrico que disponen de una mayor cantidad de centrales aisladas están Electro Oriente S.A. con 64 centrales (11% son hidroeléctricas y 89% térmicas); Electronorte S.A. con 24 centrales (84% son hidroeléctricas y 16% térmicas); y Electro norte Medio S.A. con 24 centrales (67% son hidroeléctricas y 33% térmicas). Toda esta información fue obtenida del Ministerio de Energía y Minas (2003).

En esta subcategoría se incluyen las centrales para generación de energía eléctrica para el mercado nacional como para uso propio, así como aquellas calderas destinadas a la generación de energía calorífica de las diferentes plantas de los sectores de industria, pesquería y salud.

Los consumos de combustibles utilizados en las diferentes centrales eléctricas para generación de energía fueron obtenidos a partir de estadísticas oficiales publicadas por el Ministerio de Energía y Minas a través de la Dirección de Promoción y Estadística de la Dirección General de Electricidad. La información sobre calderas para generación de energía calorífica de los sectores Industria y Salud fue proporcionada por el Ministerio de la Producción a través de la Dirección de Me-

dio Ambiente de Industria y las pertenecientes al sector Pesca fueron obtenidas a través de la Dirección Nacional de Medio Ambiente de Pesquería, siendo también recibida la información por parte de la Sociedad Nacional de Pesquería. Los consumos de combustibles tanto para generación de energía, como para generación calorífica fueron cruzados con información obtenida y recibida por las empresas pesqueras.

En el ámbito nacional se identifican principalmente dos únicas centrales térmicas que utilizan carbón como combustible, cuya contribución de emisiones aéreas de 0,088 g EQT/a de PCDD/PCDF es mayor que las liberaciones de PCDD/PCDF de los otros combustibles fósiles. (Tabla N° 5.21).

**Tabla N° 5.21: Liberaciones de PCDD/PCDF- Centrales eléctricas de combustibles fósiles**

Combustible Fósil	Valor energético (TJ/a)	Factor de emisión (µg de EQT/TJ de combustible fósil quemado)		Emisión (g de EQT/a)	
		Aire	Residuos	Aire	Residuos
Queroseno	19,82	0,5	ND	0,0000	ND
Diesel 1	41,90	0,5	ND	0,0000	ND
Diesel 2	7 264,71	0,5	ND	0,0036	ND
Residual 6	4 292,19	2,5	ND	0,0107	ND
Residual 500	4 823,36	2,5	ND	0,0121	ND
Residual 5	708,55	2,5	ND	0,0018	ND
Otros petróleos	2 193,18	2,5	ND	0,0055	ND
GPL	9 056,28	0,5	ND	0,0045	ND
Carbón Bituminoso	8 833,80	10	14	0,0883	0,124
<b>TOTAL</b>	<b>37233,79</b>			<b>0,127</b>	<b>0,124</b>

Entre los combustibles líquidos son representativos el uso del diesel 2 (50,5 millones de galones), luego el petróleo residual 500 (31,5 millones de galones) y petróleo residual 6 (28,0 millones de galones). El gas natural alcanzó los 440 millones de metros cúbicos, que representa un incremento importante de 20% respecto al 2002; asimismo, el uso del bagazo fue de 1 033 miles de toneladas mayor en 61% a lo registrado el año anterior. El consumo de carbón registró 301 miles de toneladas, 2% menos que el año 2002.

**5.1.3.2. Generación de Energía en plantas que operan con biomasa**

Las plantas que operan con biomasa para generar energía en el Perú son principalmente las empresas azucareras que utilizan el bagazo como combustible. El consumo de biomasa para generación de energía eléctrica ha sido reportado por empresas azucareras que se encuentran en las regiones La Libertad, Lambayeque y Lima principalmente. La información de consumo de bagazo para generar energía eléctrica ha sido obtenida del Balance de Energía 2003 del Ministerio de Energía y Minas.

Para las estimaciones de las emisiones generadas por el uso del bagazo como biomasa, se utilizó el valor calórico de 9 MJ/kg, considerando además que el bagazo es un tipo de biomasa

distinto al de la madera, obteniendo 10 664 TJ/año asignándoles la clase 1. Se liberaron 5,3 g EQT/a de PCDD/PCDF por esta subcategoría (Tabla N° 5.22).

**Tabla N° 5.22: Liberaciones de PCDD/PCDF - Centrales eléctricas con biomasa**

Fuente	Valor Energético de biomasa (TJ/a)*	Clase	Factor de emisión (µg EQT/TJ de biomasa quemada)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Consumo Calderas alimentadas por biomasa mezclada	10 664	1	500	ND	5,332	ND

\* Fuente: Ministerio de Energía y Minas

### 5.1.3.3 Combustión de rellenos sanitarios/ biogás

El aprovechamiento del biogás, producto de la digestión anaerobia de materia orgánica de los desechos municipales dispuestos en los rellenos sanitarios, no es una actividad que se realiza en el país. Existen en el ámbito nacional, sobre todo en el departamento de Lima, rellenos sanitarios que queman el gas producido y liberado constantemente a través de drenajes verticales para la emisión de estos gases, simulando ser antorchas.

No existe investigaciones y estudios que detallen la cantidad de biogás que se quema en los rellenos sanitarios, por lo que no se hace viable realizar alguna estimación de la liberación de dioxinas y furanos.

### 5.1.3.4 Calefacción doméstica y cocina con biomasa

Esta subcategoría está relacionada con el consumo de la leña en el Perú, que es utilizada en

mayor cantidad en las áreas rurales para su uso como combustible en las cocinas.

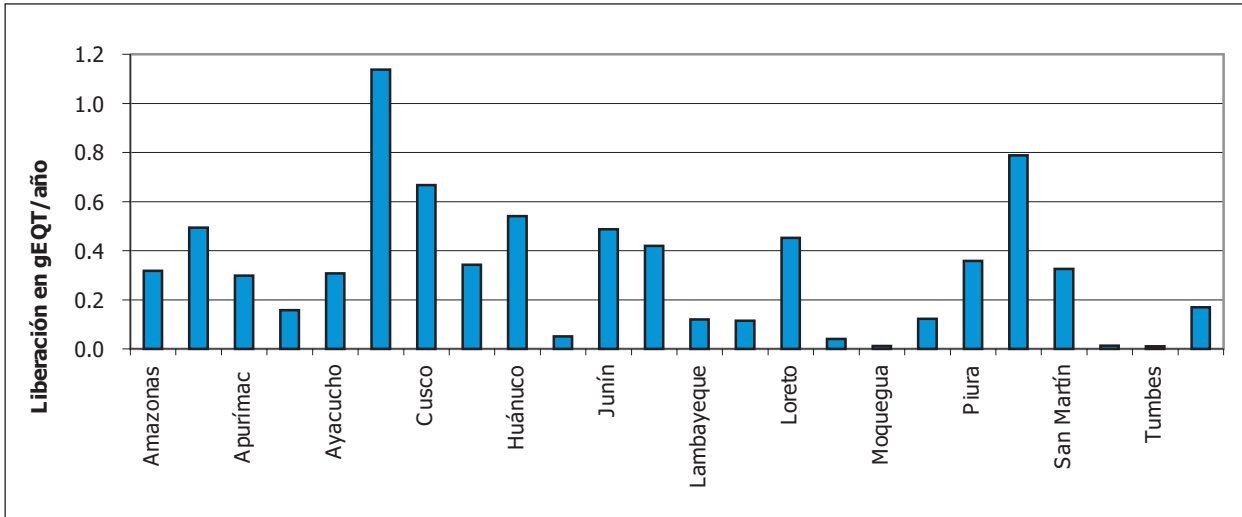
La información estadística oficial del Ministerio de Agricultura a través del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) estima la producción de leña basada en el consumo estimado por departamento y población rural de la costa, sierra y selva del país, cuya utilización en su mayoría es para cocina, y posiblemente, en menor escala para calefacción doméstica, sobre todo en aquellos departamentos donde la presencia de bajas temperaturas es más intensa. Se estima que la población rural de la costa, sierra y selva registra un consumo anual per cápita de 0,5 m<sup>3</sup>, 1,1 m<sup>3</sup>, y 1,3 m<sup>3</sup>, respectivamente. Se considera que hay una cantidad de leña consumida en el área urbana, la cual es menor respecto a los mayores consumos que ocurren en las regiones rurales del país. Se liberaron PCDD/PCDF del orden de 7,749 g EQT/a al aire y 13,331 g EQT/a en las cenizas en esta subcategoría (Tabla 5.23). En la figura 5.6 se presenta la distribución regional de las liberaciones de PCDD/PCDF vía aérea.

**Tabla N° 5.23: Liberaciones de PCDD/PCDF - Calefacción doméstica y cocina con biomasa**

Fuente	Valor Energético de la leña (TJ/a)	Cenizas Generadas en la quema de leña en kg	Factor de emisión (µg EQT/TJ de leña)		Liberación (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Estufas alimentadas por la madera virgen/biomasa	77 490	1 333 080 000	100	10	7,749	13,331



**Figura N° 5.6: Estimación de liberaciones PCDD/PCDF por regiones. Vía Aérea. Categoría N° 3. Sub categoría: Calefacción doméstica y cocina con biomasa**



**5.1.3.5 Calefacción doméstica y cocina con combustibles fósiles**

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) el 46% y 21% de la población en general utilizan gas licuado (GLP) y queroseno, respectivamente, del cual sólo para el gas licuado, el 66% correspondió al área urbana y el 8% al área rural, siendo el 28% para el área urbana y 6,3% para el área rural en el caso del queroseno.

Las estimaciones relacionadas al gas licuado y queroseno se realizaron a partir de los consumos de los combustibles proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) a partir de publicaciones del Ministerio de Energía y Minas.

Para la estimación de las cenizas del carbón vegetal, se ha considerado que el 9.3% de la masa de carbón vegetal quemado es ceniza, en este caso con la producción total anual del año 2003 igual a 79 256 220 kg de carbón vegetal, se obtiene 7 370 828,46 kg de cenizas.

Las estadísticas oficiales en el balance de energía 2003, indican una cantidad de carbón vegetal consumido para uso residencial, que corresponden a 2 323 TJ/año. Se ha liberado 0,484 g EQT/a vía aérea y 36,854 g EQT/a vía residuos de PCDD/PCDF para el año 2003 (Tabla N° 5.24).

**Tabla N° 5.24: Liberaciones de PCDD/PCDF - Calefacción doméstica y cocina con combustibles fósiles y carbón vegetal**

Tipo de combustible	Valor energético (TJ/a)	Cenizas (kg)	Clase	Factor de emisión		Emisión (g de EQT/a)	
				(µg EQT/TJ de combustible)	(ng EQT/kg de ceniza) <sup>1</sup>	Aire	Residuos
				Aire	Residuos	Aire	Residuos
Gas Licuado	19 275	-	1	1,5	NA	0,029	NA
Kerosene	22 247	-	2	10	NA	0,222	NA
Carbón vegetal	2 323	7 370 828,46	3	100	5000	0,232	36,854
<b>TOTAL</b>	<b>43 845</b>	<b>7 370 828,46</b>				<b>0,484</b>	<b>36,854</b>

### 5.1.4. Categoría Principal 4: Producción de Productos Minerales

g EQT/a vía aérea y 0,004 g EQT/a vía residuos de PCDD/PCDF.

En la tabla 5.25, se presentan las liberaciones de PCDD/PCDF estimadas para Perú, Año Base 2003, correspondientes a la categoría producción de productos minerales. Se ha liberado 0,45

En las figuras 5.7 se presentan la distribución regional de las liberaciones de PCDD/PCDF a la vía aérea.

Tabla 5.25: Resultado de la liberación de PCDD y PCDF de la categoría 4. Producción de productos minerales						
Subcategorías de fuentes	Liberación anual					Total
	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	
	Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos	
Hornos de cemento	0,000	NA	ND	ND	NA	0,000
Cal	0,176	ND	ND	ND	ND	0,176
Ladrillos	0,207	NA	ND	ND	ND	0,207
Vidrio	0,011	NA	ND	ND	ND	0,011
Cerámica	0,053	NA	ND	ND	ND	0,053
Mezclado de asfalto	0,005	NA	ND	ND	0,004	0,009
Procesamiento de esquistos bituminosos	0,000	ND	ND	ND	ND	0,000
<b>TOTAL</b>	<b>0,452</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,004</b>	<b>0,456</b>

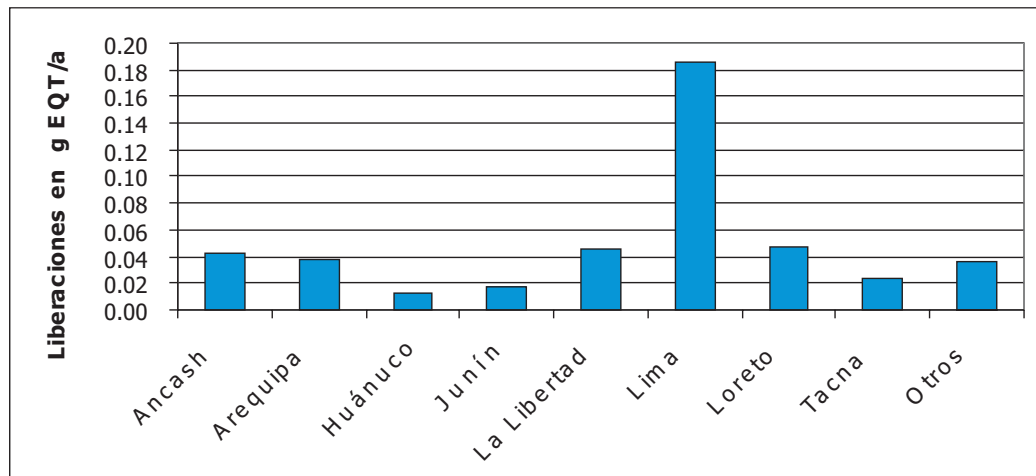


Figura N° 5.7: Estimación de liberaciones PCDD/PCDF por región. Vía aérea. Categoría N° 4.

#### 5.1.4.1 Producción de cemento

La producción de cemento es una actividad importante en el Perú, la misma que se realiza en 6 instalaciones en el territorio nacional. Las instalaciones se caracterizan porque cuentan con hornos rotatorios tipo vía seca y presentan como

sistema de control de contaminación atmosférica filtros de mangas en algunos casos y/o filtros electrostáticos en otros para la captación de polvos. De acuerdo a las características de los hornos de las cementeras se las incluye en la clase 4. Se liberaron 0,0002 g EQT/a vía aérea de PCDD/PCDF (Tabla N° 5.26).

**Tabla N° 5.26: Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de cemento**

Ubicación de las fuentes de cemento	Producción Año 2003 (TM)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t cemento)	Factor de emisión (µg EQT/t cemento)	emisión (g EQT/a)
	Total		Aire	Residuos	Aire
Lima	1 855 032	4	0,05	NA	0,00009
Junín	869 928	4	0,05	NA	0,00004
Arequipa	504 928	4	0,05	NA	0,00003
San Martín	112 858	4	0,05	NA	0,00001
La Libertad	713 415	4	0,05	NA	0,00004
Puno	146 602	4	0,05	NA	0,00001
<b>TOTAL</b>	<b>4 202 763</b>				<b>0,00022</b>

#### 5.1.4.2 Producción de cal

La caliza es la principal materia prima para la fabricación de cal, la cual se obtiene por una serie de procesos como extracción, trituración, calcinación, enfriamiento, cribado, pulverización e hidratación. La cal se produce en diversas variedades como cal viva, cal apagada y cal hidratada. El tamaño granulométrico apropiado de la piedra caliza estará en función del diseño, tamaño y tipo del horno empleado. Los tipos de hornos que se utilizan son los verticales, horizontales o rotatorios, siendo identificados dentro del ámbito nacional, hornos rotatorios o giratorios y verticales de doble cuba. El proceso de fabricación se basa principalmente en la calcinación, que se realiza a altas temperaturas perdiendo la mitad de su peso como dióxido de carbono. Luego el hidróxido de calcio o cal hidratada se forma a base de poner en contacto la cal viva con agua a las proporciones precisas, para que al final resulte un polvo blanco y seco. Las estimaciones de PCDD/PCDF fueron obtenidas a partir de estadísticas oficiales del Ministerio de Energía y Minas, complementada con información obtenida a través de la Encuesta Nacional para la Identificación y Cuantificación de Fuentes de Libera-

ción de Dioxinas y Furanos, determinándose que la producción de cal para el año 2003 fue de 81 200 t. (tabla 5.27)

La fabricación de cal es realizada por empresas cementeras así como por grandes y medianas empresas mineras. Se ha identificado en el ámbito establecido del inventario que pequeñas compañías mineras no cuentan con sistemas de control de contaminación atmosférica adecuados, en comparación con las grandes compañías mineras que dentro de sus sistemas tienen incluidos algún dispositivo de retención de polvo y sistemas de termocuplas durante todo su proceso. Para el caso de las empresas de cemento, se dispone de filtros de manga con sistema de aire reverso y sacudido mecánico, termocuplas y cuentan en algunos casos con analizador de gases y sonda isocinética para monitoreos de material particulado.

Considerando estas características, las estimaciones fueron calculadas considerando el factor de 0,07 µg EQT/t de cal y de 10 µg EQT/t de cal, de acuerdo a las condiciones de proceso y sistemas de control de contaminación atmosférica de las empresas productoras (Tabla N° 5.27).

Tabla N° 5.27: Liberaciones de PCDD/PCDF Producción de cal.				
Fuente productora de cal con:	Producción*	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t cal)	Emisión (g EQT/a)
			Aire	Aire
Ciclón/sin control de polvo, combustibles deficientes o contaminados	17 175	1	10	0,172
Buena retención de polvo	64 025	2	0,07	0,004
<b>TOTAL</b>	<b>81 200</b>			<b>0,176</b>

\*Fuente: Anuario Minería (2003) del Ministerio de Energía y Minas

#### 5.1.4.3 Producción de ladrillos

La fabricación de ladrillos es un proceso que se inicia con la selección de la materia prima conformado principalmente por arcilla, tierra y agua que son mezcladas en proporciones diferentes según el tipo de ladrillo a fabricar durante la etapa de molienda. El ladrillo toma consistencia y pierde humedad en la etapa de secado, antes de ingresar al horno para la etapa final de cocción. Se fabrican diversos tipos de ladrillo como king kong, pandereta, techo, pasteleiro y caravista. La fabricación de ladrillos es una

actividad que se realiza de manera formal e informal en el Perú. La producción de ladrillos en empresas formales, en el año 2003, fue de 215 841 600 unidades, con un peso promedio de 4,75 kg por ladrillo, resultando 1 036 040 toneladas, asignándole la clase 1. Existe una cantidad apreciable de pequeños fabricantes de ladrillo informales, para lo cual utilizan hornos artesanales sin ningún tipo de control de contaminación atmosférica y utilizan aceites usados, llantas y leña, como combustible. Se liberaron 0,207 g EQT/a de PCDD y PCDF vía aérea para el año 2003 (Tabla 5.28).

Tabla N° 5.28: Liberaciones de PCDD/PCDF ! Producción de ladrillos				
Fuentes productoras de ladrillo con:	Producción*	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t ladrillo)	Emisión (g EQT/a)
			Aire	Aire
Ciclón/sin control de polvo, combustibles deficientes o contaminados	1 036 040	1	0,2	0,207
<b>TOTAL</b>	<b>1 036 040</b>			<b>0,207</b>

\* Fuente: Anuario Estadístico (2003) del Ministerio de la Producción

#### 5.1.4.4 Producción de vidrio

La fabricación de vidrio utiliza una serie de insumos para el proceso productivo como (óxidos de Si, Al y Fe), ceniza de sosa, ácido bórico, feldespato, dolomita y alúmina entre otros. La fabricación se realiza mediante etapas de mezclado de materias primas y vidrio reciclado, fusión, moldeo y tratamiento de alivio de tensiones y está relacionada con la industria de cerveza y gaseosa; asimismo, con la industria farmacéutica, agroindustria, construcción, comercio exterior y automotriz. Según la Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística del Ministerio de la Producción, la producción de vidrio para el año 2003 incluyó los siguientes productos: botellas para gaseosas (94 355 000 unidades), envases para alimentos (123 224,300 unidades), botellas para vi-

nos y licores (15 972 700 unidades), vidrio templado de seguridad (111 745,1 m<sup>2</sup>) y vidrio laminado de seguridad (8 061,6 m<sup>2</sup>). Los cálculos para determinar la cantidad de vidrio producido fueron realizados basándose en la obtención de un peso promedio para cada tipo de producto mencionado anteriormente, la cual fue obtenida a partir de un promedio de los diferentes pesos estándares de productos que existen en el mercado publicadas por las empresas fabricantes de vidrio.

Los pesos utilizados fueron 161,07 g (envases para alimentos), 242,16 g (botellas para gaseosas), 531,15 g (botellas para vinos y licores) y 20 kg/m<sup>2</sup> (vidrio templado y laminado de seguridad). Todas estas equivalencias han sido tomadas del estudio de PROCLIM (2005). Con respecto a los sistemas de con-

trol de contaminación atmosférica utilizados por las empresas no ha sido posible discriminar el tipo de tecnología utilizado, y se

les ha incluido en la clase 1. Las liberaciones de PCDD/PCDF al aire son del orden de 0,011 g EQT/año (Tabla N° 5.29).

**Tabla N° 5.29: Liberaciones de PCDD/PCDF - Producción de vidrio**

Fuente productora de vidrio	Producción*	Clase	Factor de emisión ( µg EQT/t vidrio)	Emisión (g EQT/a)
			Aire	Aire
Sin control de polvo, combustibles deficientes o contaminados	53 115	1	0,2	0,011
<b>TOTAL</b>	<b>53 115</b>			<b>0,011</b>

\*: Fuente: Anuario Estadístico (2003) del Ministerio de la Producción

**5.1.4.5 Producción de cerámica**

La fabricación de cerámica tiene como principales líneas de producción a los productos cerámicos planos como revestimientos cerámicos para pared y pisos, productos cerámicos para chimenea y ornamentos cerámicos para construcción. La producción de cerámica fue de 16 432 673,2 m<sup>2</sup> en revestimientos para pared y pisos. Se identifican 3 empresas principales que se dedican a la fabricación de cerámica, las cuales cuentan con

una alta tecnología. La Guía del PNUMA (2005) señala que no se dispone de factores de emisión propios para esta actividad, por lo cual, se utilizaron los factores correspondientes a la fabricación de ladrillos. Para los cálculos se utilizó un peso promedio de 16,07 kg/m<sup>2</sup>, obtenido sobre la base de los pesos estándares de un m<sup>2</sup> de revestimientos para pared y pisos. Para la estimación de PCDD/PCDF, se incluyó en la clase 1. Se liberaron 0,05 g EQT/a de PCDD y PCDF vía aérea para el año 2003 (Tabla N° 5.30).

**Tabla N° 5.30: Liberaciones de PCDD/PCDF ! Producción de cerámica.**

Fuente productora de cerámica:	Producción*	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t cerámica)	Emisión (g EQT/a)
			Aire	Aire
Sin control de polvo	264 073	1	0,2	0,053
<b>TOTAL</b>	<b>264 073</b>			<b>0,053</b>

\*: Fuente: Anuario Estadístico (2003) del Ministerio de la Producción

**5.1.4.6 Mezclado de asfalto**

Se ha estimado el mezclado asfáltico sobre la base de datos oficiales de producción asfalto de 78 542,35 toneladas, se adicionó 28,19 toneladas de asfalto importado y se restó 0,035 toneladas de asfalto exportado, resultando una producción total de asfalto de 78 570,5 ton. Para el cálculo de la cantidad de mezclado asfáltico se ha considerado, según exigencias de pliegos consultados, un valor promedio de 50-65 % (60%) de bitumen en la mezcla. Esto arroja una producción de

mezclado del orden de 130 951 t/a. Se ha identificado que una de las más importantes empresas de elaboración de mezcla asfáltica, cuenta con un sistema de aspersores utilizados para la sedimentación de polvos generados durante el proceso, a la cual se le incluyó en la clase 2. También hay empresas que operan sin control de polvos, a las cuales se les ha incluido en la clase 1. Se liberaron 0,005 g EQT/a de PCDD/PCDF vía aérea y 0,004 g EQT/a de PCDD/PCDF vía residuos en esta subcategoría. (Tabla 5.31)

Fuentes mezcladoras de asfalto:	Asfalto (t/a)*	Mezcla asfáltica (t/a)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t asfalto)	Factor de emisión (µg EQT/t asfalto)	Emisión (g EQT/a)	
				Aire	Residuo	Aire	Residuo
Sin control de polvo	36 758,82	61 263,03	1	0,07	ND	0,004	ND
Con filtro de tela o depurador húmedo	41 785,53	69 688,88	2	0,007	0,06	0,001	0,004
<b>TOTAL</b>	<b>78 544,35</b>	<b>130 951,9</b>				<b>0,005</b>	<b>0,004</b>

\*: Fuente: Anuario Estadístico (2003) del Ministerio de la Producción

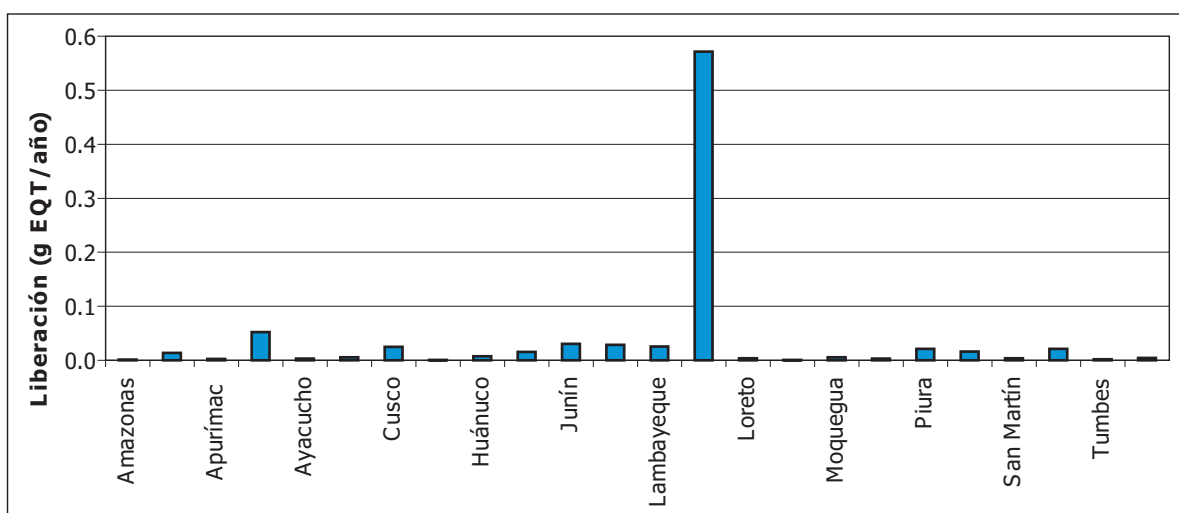
### 5.1.5 Categoría Principal 5: Transportes

En la tabla 5.32 se presentan las liberaciones de PCDD/PCDF estimadas para Perú, Año Base 2003, correspondientes a la categoría transpor-

te. Se ha liberado 0,86 g EQT/a vía aérea de PCDD/PCDF. En la figura 5.8 se presentan la distribución regional de las liberaciones de PCDD/PCDF a la vía aérea por la categoría transpor-

Subcategorías de fuentes	Liberación anual					Total g EQT/a
	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	
	Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos	
a. Motores de 4 tiempos	0,577	0	0	0	0	0,577
b. Motores de 2 tiempos	0,046		0	0	0	0,046
c. Motores diesel	0,099	0	0	0	0	0,099
d. Motores de aceite pesado	0,142	0	0	0	0	0,142
<b>TOTAL</b>	<b>0,864</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,864</b>

**Figura N° 5.8: Estimación de liberaciones PCDD/PCDF por regiones. Vía aérea. Categoría N°5**





### 5.1.5.1 Motores de 4 tiempos

Los motores de combustión pertenecientes a esta subcategoría corresponden a automóviles, camiones ligeros y otros vehículos con motores de 4 tiempos. Las estimaciones para el año base de 2003 para esta subcategoría fueron realizadas de acuerdo a la información global del parque automotor para todos los departamentos ámbito del inventario proporcionada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la cual permitió discriminar los vehículos con motores de 4 tiempos y motores diesel.

Esta información ha sido comparada con la cantidad de combustible consumido, el cual fue estimado en función de un muestreo estratificado

a nivel de cuenca del parque automotor por departamento, información que ha sido levantada a través de encuestas de fuentes móviles por la División de Control de la Contaminación Atmosférica - DIGESA, de esta manera se ha determinado el promedio anual de consumo de combustible para cada tipo de vehículos. Con ambas fuentes de información se ha podido estimar el consumo total de combustible anual del parque automotor para el año base del 2003 y asignar el factor apropiado según el tipo de combustible consumido por cada una de las clases de vehículos del parque automotor, considerando a la gasolina de 84 octanos como la única que contiene plomo. Se liberaron 0,6 g EQT/a de PCDD/PCDF al aire por el parque automotor de cuatro tiempos (Tabla N° 5.33).

**Tabla N° 5.33: Liberaciones de PCDD/PCDF ! Motores de 4 tiempos**

Motores de 4 tiempos que consumen combustible:	Consumo de combustible* (t/a)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t combustible)	Emisión (g EQT/a)
			Aire	Aire
Combustible con plomo	230 831	1	2,2	0,508
Combustible sin plomo, sin catalizador	695 589	2	0,1	0,070
<b>TOTAL</b>	<b>926 420</b>			<b>0,578</b>

\*: Datos proporcionados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones

### 5.1.5.2 Motores de 2 tiempos

En esta subcategoría se encuentran ubicados principalmente motocicletas, triciclos motorizados y otros vehículos. Según la información proporcionada por el Ministerio de

Transportes, hubo un consumo de 13 274 toneladas de gasolina con plomo para el año 2003 en los motores de 2 tiempos. Se liberaron 0,046 g EQT/a de PCDD/PCDF vía aérea para el año 2003 (Tabla N° 5.34).

**Tabla N° 5.34: Liberaciones de PCDD/PCDF ! Motores de 2 tiempos**

Motores de 2 tiempos que consumen combustible:	Consumo de Combustible* ( t/a)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t combustible)	Emisión (g EQT/a)
			Aire	Aire
Combustible con plomo	13 274	1	3,5	0,046
<b>TOTAL</b>	<b>13 274</b>			<b>0,046</b>

\*: Datos proporcionados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones

### 5.1.5.3 Motores diesel

A esta subcategoría corresponden los camiones pesados, camiones ligeros, automóviles de turismo, equipos pesados de construcción, barcos, generadores diesel, bombas y equipos agrícolas, incluidos tractores y otras grandes máquinas.

El número de vehículos que utilizan combustible diesel para cada departamento ha sido proporcionado por el Ministerio de Transpor-

tes. El combustible consumido por este parque automotor ha sido estimado, a partir de la información proporcionada por la División de Control de la Contaminación Atmosférica de DIGESA que mediante un muestreo estratificado a nivel de cuenca del parque automotor por departamento ha determinado un consumo de combustible anual promedio para este combustible. Se liberaron 0,099 g EQT/a de PCDD/PCDF vía aérea para el año 2003 (Tabla N° 5.35).

Tabla N° 5.35: Liberaciones de PCDD/PCDF ! Motores diesel				
Motores que consumen combustible diesel	Consumo de combustible* (t/a)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t combustible)	Emisión (g EQT/a)
			Aire	Aire
	1 976 137	1	0,1	0,099
<b>TOTAL</b>	<b>1 976 137</b>			<b>0,099</b>

\*: Datos proporcionados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones

#### 5.1.5.4 Motores de aceite pesado

Se determinó el consumo del petróleo residual de las embarcaciones pesqueras y turísticas para

el año 2003. Se liberaron 0,14 g EQT/a de PCDD/PCDF vía aérea por el uso de los motores de aceite pesado (Tabla N° 5.36).

Tabla N° 5.36: Liberaciones de PCDD/PCDF ! Motores de aceite pesado				
Motores de aceite pesado	Consumo de aceite pesado* (t/a)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t de aceite pesado)	Emisión (g EQT/a)
			Aire	Aire
	35,606	1	4	0,142
<b>TOTAL</b>	<b>35,606</b>			<b>0,142</b>

\*: Datos proporcionados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones

#### 5.1.6 Categoría principal 6: Procesos de combustión a cielo abierto

En la tabla 5.37 se presenta el total de liberaciones de PCDD y PCDF por los procesos de

combustión a cielo abierto del año base 2003. Se ha liberado 117,9 g EQT/a vía aérea, 61,5 g EQT/a vía suelo y 3,4 g EQT/a vía residuos de PCDD/PCDF para el año 2003.

Tabla N° 5. 37: Liberaciones de PCDD/PCDF categoría 6. Procesos de combustión a cielo abierto						
Subcategorías de fuentes	Liberación anual					Total g EQT/año
	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	
	Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos	
a. Quema de biomasa	115,122	ND	61,495	NA	ND	176,617
b. Incendios, quema de desechos, e incendios accidentales	2,786	ND	0	NA	3,435	6,221
<b>TOTAL</b>	<b>117,908</b>	<b>ND</b>	<b>61,495</b>	<b>NA</b>	<b>3,435</b>	<b>182,838</b>

##### 5.1.6.1 Quema de biomasa

#### A. Incendios forestales

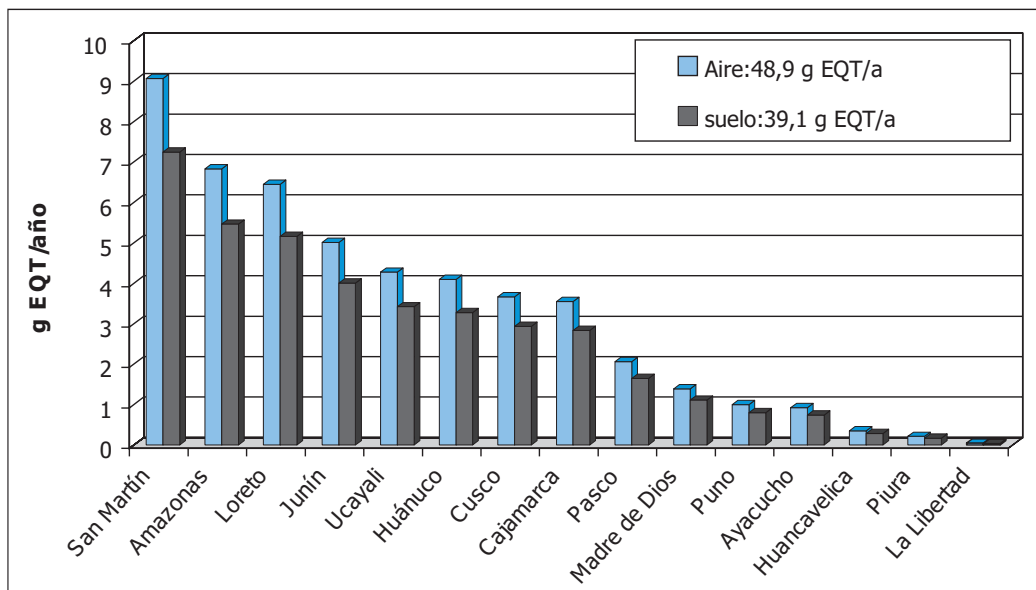
El Perú cuenta con inmensas áreas de bosques naturales y plantaciones forestales las cuales son utilizadas en producción y protección forestal, de manera que en el territorio nacional se cuenta con 72 millones de hectáreas de bosques que cubren más del 50% del territorio nacional, de las cuales sólo el 42% están destinadas para la producción forestal permanente.

Los incendios forestales están ligados a la combustión de bosques o pastos naturales principalmente. Se estima según el INRENA (2003), que la tasa de deforestación es de 261 000 Ha, y con un promedio de 150 toneladas de biomasa por Ha. según FEARNISIDE (1994). De acuerdo a la guía del PNUMA (2005), el 25 % de la biomasa se quema en los incendios forestales, lo que equivale a 37,5 toneladas de biomasa que se queman por Ha, resultando que 9 787 500 toneladas de biomasa se habrían quemado, por tanto debido a

los incendios forestales se habrían liberado 48,9 g EQT/a vía aire y 39,2 vía suelo de PCDD/PCDF en el año 2003 (Tabla 5.38).

En la figura 5.9 se presenta la distribución regional de las liberaciones de PCDD/PCDF.

Tabla N° 5.38: Liberaciones de PCDD/PCF- Incendios Forestales						
Incendios Forestales	Biomasa quemada ( t/a)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t de biomasa quemada)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Suelo	Aire	Suelo
	9 787 500	1	5	4	48,938	39,150
Quema de biomasa	9 787 500				48,938	39,150



**Figura N° 5.9: Estimación de liberaciones PCDD/PCDF por regiones. Vía aérea y residuos. Categoría N° 6. Subcategoría incendios forestales.**

**B. Quema de praderas y matorrales**

Las praderas y matorrales constituyen áreas naturales importantes dentro del ecosistema forestal de un país. En la zona andina se destacan las pasturas altoandinas. En el Perú se identifica la quema de ichu dentro de esta subcategoría. Se ha identificado que la quema del ichu en las zonas andinas del país es una práctica habitual y una costumbre ancestral. Esta actividad es realizada por los ganaderos de esas zonas con la finalidad de eliminar el ichu seco que no puede ser utilizado como forraje para el ganado. El quemado del ichu produce un nuevo rebrote del forraje haciéndolo más suave y fresco para los animales.

Así mismo, en algunos casos se realiza como creencia ancestral para rendir ofrenda o para pedir que el año venidero sea de abundancia para sus tierras y ganado. En el territorio nacional no existen datos oficiales de cuanto se quema anualmente, de manera que se conoce muy poco sobre la cantidad de áreas que hayan sufrido quema. De acuerdo a información recopilada en el campo se estima que en el año 2003 se quemó aproximadamente 30 400 ha de ichu, de acuerdo al PNUMA (2005) se queman 4 toneladas de ichu por Ha. resultando 121 600 toneladas de pasturas alto andinas quemadas, que liberaron 0,61 g EQT/a vía aire y 0,49 g EQT/a vía suelo de PCDD/PCDF en el año 2003 (Tabla 5.39).

Quema de praderas y brezos	Biomasa quemada* (t/a)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t de biomasa quemada)		emisión (g EQT/a)	
			Aire	Suelo	Aire	Suelo
			121 600	2	5	4
121 600				0,608	0,486	

\*: Datos tomados de PROCLIM (2005)

### C. Quema de residuos agrícolas

La quema de residuos agrícolas en el Perú ha sido estimada para tres tipos de cultivos de importancia nacional siendo ellos; la quema de las hojas de la caña de azúcar, la quema de las brozas o rastrojos de algodón y la quema de la pajilla o cascarilla de arroz. Las estimaciones de la cantidad de residuos quemados de estos cultivos, se han realizado sobre la base de las investigaciones del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA), las mismas que se mencionan a continuación.

#### C.1 Quema de hojas de caña de azúcar

Valga indicar que en el caso de la caña de azúcar a diferencia de los otros dos cultivos, se quema en cosecha y como residuo. INIEA estima que la cantidad de

hojas y cogollo de la caña de azúcar representa el 25% de la planta y se asume que el 50% de hojas y cogollos producidos en campo se queman a cielo abierto, tomado del inventario de dioxinas y furanos año 2002.

Las estadísticas del Ministerio de Agricultura (2005) reportaron una producción nacional de caña de azúcar al año 2003 de 8 863 958 toneladas, resultando entonces, 1 107 995 toneladas de caña de azúcar quemada.

En la tabla 5.40 se presenta la distribución regional de la quema de la caña de azúcar y las emisiones de PCDD/PCDF. Se han liberado 33,2 g EQT/a y 11,1 g EQT/a de PCDD/PCDF vía aérea y vía residuo por la quema de la caña de azúcar.

Región	Cantidad de caña de azúcar quemado (t/a)*	Clase	Factores de emisión (µg EQT/t de residuo quemado)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuo	Aire	Residuo
Lambayeque	305 508	1	30	10	9,165	3,055
La Libertad	489 697	1	30	10	14,691	4,897
Ancash	86 911	1	30	10	2,607	0,869
Lima	206 091	1	30	10	6,183	2,061
Arequipa	19 788	1	30	10	0,594	0,198
<b>TOTAL</b>	<b>1 107 995</b>				<b>33,240</b>	<b>11,078</b>

\* Estimados sobre la base de la producción de caña de azúcar proporcionado por el Ministerio de Agricultura.

#### C.2 Quema de las brozas rastrojos de algodón

INIEA estima 33 000 plantas cosechadas de algodón por Ha, con un peso promedio 0,35 kg de broza por planta cosechada, resultando 12 toneladas de broza de algodón por hectárea. En Perú, toda la broza

de algodón se quema por razones fitosanitarias. Las estadísticas del Ministerio de Agricultura (2005) reportaron 72 028 ha de algodón cosechadas al año 2003, lo que da un estimado de 864 336 toneladas de broza de algodón quemada.

En la tabla 5.41 se presenta la distribución regional de la quema de los residuos de algodón y las emisiones de PCDD / PCDF. Se han liberado 25,93 g EQT/a y

8,64 g EQT/a de PCDD/PCDF vía aérea y vía residuos por la quema de la broza de algodón (tabla N° 5.41).

<b>Tabla N° 5.41: Liberaciones de PCDD/PCDF - Quema de la broza del algodón</b>						
Región	Cantidad de residuos de algodón quemado*	Clase	Factores de emisión (µg EQT/t de residuo quemado)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuo	Aire	Residuo
Piura	97093,47	1	30	10	2,913	0,971
Lambayeque	9402,33	1	30	10		0,094
La Libertad	68,53	1	30	10	0,002	0,001
Ancash	46840,33	1	30	10		0,468
Lima	141220,01	1	30	10	4,237	1,412
Ica	498727,91	1	30	10	14,962	4,987
Huánuco	5907,30	1	30	10	0,177	0,059
Pasco	376,92	1	30	10	0,011	0,004
Arequipa	17507,39	1	30	10	0,525	0,175
Tacna	102,80	1	30	10	0,003	0,001
Ayacucho	13,71	1	30	10	0,000	0,000
San Martín	29426,83	1	30	10	0,883	0,294
Ucayali	17648,49	1	30	10	0,529	0,176
<b>Total</b>	<b>864 336,02</b>				<b>25,930</b>	<b>8,643</b>

\*: Estimados sobre la base de la producción remitida por el Ministerio de Agricultura

### C.3 Quema de la cascarilla de arroz

La quema de la cascarilla de arroz se realiza principalmente para fabricar pulitón. El Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA) estima que el 20% del peso del arroz sin depilar es cascarilla y se asume que sólo el 50% de la cascarilla se quema para fabricar pulitón (DIGESA (2004).

El Ministerio de agricultura (2005) reportó una producción nacional de arroz sin

depilar al año 2003 de 2 135 672 toneladas, habiéndose estimado una quema de 213 567,23 toneladas de cascarilla de arroz.

En la tabla 5.42 se presenta la distribución regional de la quema de la cascarilla del arroz y las emisiones de PCDD/PCDF. En total se han liberado 6,407 g EQT/a y 2,136 g EQT/a de PCDD/PCDF vía aérea y vía residuos por la quema de la cascarilla de arroz en el año 2003.

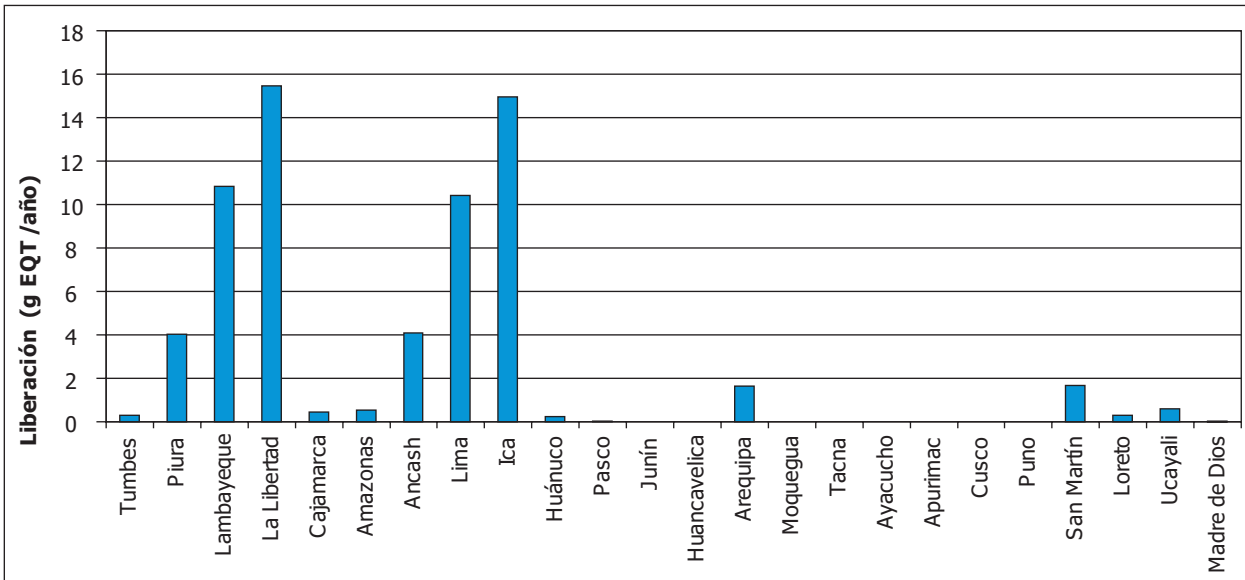
Tabla N° 5.42: Liberaciones de PCDD/PCDF - Quema de la cascarilla de arroz						
Región	Cantidad de cascarilla de arroz quemada* (ton)	Clase	Factores de emisión (µg EQT/t de residuo quemado)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuo	Aire	Residuo
Tumbes	10 405.42	1	30	10	0,312	0,104
Piura	36 859.80	1	30	10	1,106	0,369
Lambayeque	46 268.40	1	30	10	1,388	0,463
La Libertad	25 436.80	1	30	10	0,763	0,254
Cajamarca	14 650.68	1	30	10	0,440	0,147
Amazonas	17 615.58	1	30	10	0,528	0,176
Ancash	2 919.60	1	30	10	0,088	0,029
Huánuco	1 747.70	1	30	10	0,052	0,017
Pasco	226.30	1	30	10	0,007	0,002
Junín	277.20	1	30	10	0,008	0,003
Arequipa	17 525.99	1	30	10	0,526	0,175
Ayacucho	110.90	1	30	10	0,003	0,001
Cusco	300.36	1	30	10	0,009	0,003
Puno	28.40	1	30	10	0,001	0,000
San Martín	26 317.87	1	30	10	0,790	0,263
Loreto	10 321.50	1	30	10	0,310	0,103
Ucayali	2 006.04	1	30	10	0,060	0,020
Madre de Dios	548.69	1	30	10	0,016	0,005
<b>Total</b>	<b>213 567,23</b>				<b>6,407</b>	<b>2,136</b>

\*: Estimados sobre la base de la producción remitida por el Ministerio de Agricultura

En la figura 5.10 se presenta graficada la distribución regional de las liberaciones de PCDD/PCDF por la quema de residuos agrí-

colas, donde se puede apreciar las mayores emisiones vía aérea en La Libertad, Lambayeque e Ica.





**Figura No 5.10: Estimación de liberaciones PCDD/PCDF por regiones Vía Aérea. Categoría No 6. Sub Categoría quema de residuos agrícolas.**

**5.1.6.2 Quema de desechos e Incendios accidentales**

**A. Incendio de rellenos**

Se ha recibido información sobre la existencia de quema en los botaderos, cuya cuantificación la efectuaron los representantes de las Direcciones de Salud. La quema de los desechos en los botaderos es una práctica común para disminuir el

volumen de los residuos. En los cuestionarios reportan que los residuos biocontaminados los queman en los botaderos. Se ha obtenido 1 089 toneladas de residuos peligrosos que se han quemado a cielo abierto en los vertederos, las correspondientes liberaciones de PCDD/PCDF se indican en la tabla No 5.43. Se han liberado 1,089 g EQT/a vía aérea y 0,654 vía residuos de PCDD/PCDF en el año 2003.

Incendios de rellenos	Residuos quemados (t/a)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t de biomasa quemada)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuo	Aire	Residuo
			1 089	1	1000	600

**B. Incendios accidentales de viviendas y fábricas**

Los incendios en viviendas y fábricas se han realizado en mayor proporción en el departamento de Lima, debido a la alta concentración de población y de fábricas que eleva la probabilidad de estos eventos en la capital. El Instituto de Defensa Civil (INDECI) en su publicación de incendios del

año 2003, sobre viviendas y fábricas indica que durante ese año, ocurrieron 2 655 incendios en viviendas. Se ha asumido que el material quemado por vivienda pesa 0,5 toneladas, por lo que se obtuvo 1 328 toneladas para el año 2003. Con estos datos, se estimaron que se liberaron al aire 1,328 g EQT/a y como residuo 0,531 g EQT/a de PCDD/PCDF (Tabla 5.44).

Tabla N° 5.44: Liberaciones de PCDD/PCDF – Incendios accidentales de viviendas y fábricas						
Incendios accidentales de viviendas y fábricas	Viviendas y fábricas quemadas* (t/a)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t de viviendas y fábricas quemadas)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuo	Aire	Residuo
		1 328	2	400	400	1,328

\* Datos de INDECI (2003)

### C. Quema no controlada de desechos domésticos

La disposición de desechos domésticos es realizada en rellenos sanitarios y botaderos informales en nuestro país. En los botaderos es en donde se queman los desechos domésticos. En el ámbito de Lima existen alrededor de 56 sitios donde se manejan o disponen desechos sólidos con o sin autorización según el “Diagnóstico físico ambiental de sitios de disposición final de desechos sólidos en Lima y Callao” realizado por la Municipalidad de Lima Metropolitana. Fuera de Lima al 2003 no existen rellenos sanitarios adecuados,

por lo que la mayoría de ellos sólo eran botaderos. No existen estadísticas nacionales sobre la cantidad de desechos sólidos municipales que se quema, ni estudios que nos permitan inferir cuanto desecho se quema, por lo cual no es posible estimar las emisiones de PCDD/PCDF. Sin embargo SUNAT nos ha remitido las mercancías: plásticos y cigarrillos incinerados a cielo abierto, por lo que ha sido considerada en esta subcategoría; se queman alrededor de 3 737 toneladas, liberándose PCDD/PCDF al aire 1,121 g EQT/a y como residuo 2,242 g EQT/a en el año 2003 (Tabla N° 5.45).

Tabla N° 5.45: Liberaciones de PCDD/PCDF – Quema no controlada de desechos domésticos						
Quema no controlada de desechos domésticos	Desechos quemados (t/a)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t de desechos quemados)		Emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuo	Aire	Residuo
		3 737	3	300	600	1,121

### D. Incendios de vehículos

La información disponible para el año 2003, que se encuentra en la publicación sobre Desastres y Emergencias del INDECI (2003), indica que 459 vehículos se que-

maron en el año 2003. Con estos datos se estima una liberación de PCDD/PCDF al aire de 0,043 g EQT/a y como residuo 0,008 g EQT/a en el año 2003 (Tabla 5.46).

Tabla N° 5.46: Liberaciones de PCDD/PCDF – Incendio de vehículos						
Incendios Accidentales de vehículos	Vehículos quemados* (unidades)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/ vehículo quemados)		emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuo	Aire	Residuo
		459	4	94	18	0,043

\*: Datos de INDECI (2003)

### E. Quema de madera a cielo abierto (construcción /demolición)

La quema de madera de las construcciones o las demoliciones es una actividad aislada y dispersa que puede realizarse para eliminar restos de maderas o material de biomasa como desechos, sin embargo es una activi-

dad poco usual, de la cual no se conoce que cantidad exacta puede haber sido quemada al año. No obstante, durante el levantamiento de información se identificó la cantidad de 16 toneladas de triplay que se quemaba a cielo abierto. Este dato permitió estimar que se liberan al aire 0,001 g EQT/a de PCDD/PCDF por esta subcategoría (Tabla 5.47).

Tabla N° 5.47: Liberaciones de PCDD/PCDF – Quema de madera a cielo abierto (construcción/demolición)						
Quema de madera a cielo abierto (construcción/demolición)	Maderas quemadas (t/a)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/t de maderas quemadas)		emisión (g EQT/a)	
			Aire	Residuo	Aire	Residuo
		16	5	60	10	0,001

**5.1.7 Categoría Principal 7: Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo**

En la tabla 5.48, se presentan las liberaciones de PCDD/PCDF estimadas para Perú, Año Base 2003, correspondientes a

la categoría producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo. Se ha liberado 0,6 g EQT/a vía aérea; 0,152 g EQT/a al agua; 4,128 g EQT/a como producto y 0,13 g EQT/a vía residuos de PCDD/PCDF.

Tabla 5.48: Resultado de la liberación de PCDD y PCDF de la categoría 7. Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo.					
Subcategorías de fuentes	Liberación anual				
	g EQT/a Aire	g EQT/a Agua	g EQT/a Suelo	g EQT/a Productos	g EQT/a Residuos
Producción de químicos y bienes de consumo					
a. Fábricas de pasta y papel*	0,000	0,129	0,000	0,641	0,130
b. Industria química	0,000	0,023	0,000	0,012	0,000
c. Industria de petróleo	0,587	0,000	0,000	0,000	0,000
d. Plantas textiles	0,000	0,000	0,000	2,604	0,000
e. Plantas de cuero	0,000	0,000	0,000	0,871	0,000
<b>Total</b>	<b>0,587</b>	<b>0,152</b>	<b>0,000</b>	<b>4,128</b>	<b>0,130</b>

\*: Fuente: Anuario Estadístico (2003) del Ministerio de la Producción

**5.1.7.1 Fábricas de pasta y papel**

En el Perú, esta actividad está representada por una serie de empresas dedicadas a la fabricación de papel y sus productos mediante procesos físicos, químicos o semiquímicos ubicadas en el ámbito nacional. Se identifica sólo una empresa en nuestro país que fabrica pulpa de papel y utiliza cloro gaseoso, soda cáustica-peróxido de hidrógeno e hipoclorito de sodio en las etapas de su proceso. Las otras empresas de papel utilizan pulpa importada y papel reciclado en sus procesos.

La producción referente a esta subcategoría se clasifica en pasta y papel kraft de fibras primarias blanqueado con cloro con un 38%, papel Kraft sin blanqueo con un 7% y papel reciclado con un 55 %. No se identificó producción de pasta y papel por proceso con sulfito. Las estimaciones fueron realizadas solamente para las liberaciones al agua, residuos y productos de acuerdo a la clasificación previamente establecida. Se han liberado 0,13 g EQT/a vía agua, 0,64 g EQT/a vía producto y 0,13 g EQT/a vía residuo de PCDD/PCDF debido a la producción de pasta y papel, para el año 2003 (Tabla 5.49).

Tabla N° 5.49 Liberaciones de PCDD/PCDF - Fábricas de pasta y papel								
Fábricas de pasta y papel	Producción*	Clase	Factor de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/t de papel)			emisión (g EQT/a)		
			Agua	Producto	Residuo	Agua	Producto	Residuo
Proceso kraft, antigua tecnología ( $\text{Cl}_2$ )	28 556	2	4,5	8	4,5	0,129	0,228	0,129
Proceso kraft, moderna tecnología ( $\text{ClO}_2$ )	5 196	5	0,06	0,5	0,2	0,000	0,003	0,001
Papeles reciclados provenientes de desechos de papel contaminados	41 032	8	ND	10		ND	0,410	ND
<b>Total</b>	<b>74 784</b>					<b>0,129</b>	<b>0,641</b>	<b>0,130</b>

\* Datos tomados del Anuario 2003 del Ministerio de la Producción.

### 5.1.7.2 Industria química

#### A. Pentaclorofenol y pentaclorofenato sódico

No se tiene registros de producción en el Perú y no se han reportado importaciones para el año 2003.

#### B. Bifenilos policlorados (PCB)

No se tiene registros de producción en el Perú de PCB y no se han reportado importaciones para el año 2003.

#### C. Ácido 2,4,5- triclorofenoxiacético (2,4,5,-T), 2,4,5- triclorofenol y otros derivados del clorofenol.

No se tiene registros de producción en el Perú y no se han reportado importaciones para el año 2003.

#### D. Cloroanilo

No se tiene registros de producción en el Perú y no se han reportado importaciones para el año 2003.

#### E. Eter de 2,4,6-triclorofenil-4 nitrofenilo (CNP)

No se tiene registros de producción en el Perú y no se han reportado importaciones para el año 2003.

#### F. Clorobencenos

No se tiene registros de producción de clorobencenos. Durante el año 2003 ingresaron por importación 200 t de p-diclorobencenos, de países como Alemania y Canadá. Esta información se ha obtenido de la Superintendencia Nacional de Aduanas del Perú. Se han liberado 0,008 g EQT/a de PCDD/PCDF vía producto del uso de los diclorobencenos (Tabla N° 5.50).

Tabla N° 5.50: Liberaciones de PCDD/PCDF - Uso de p-diclorobencenos				
p-diclorobencenos	Uso de p-diclorobencenos en toneladas*	Clase	Factor de emisión ( $\mu\text{g}$ EQT/t de diclorobencenos)	Liberación (g EQT/a)
			Producto	Producto
	200	1	39	0,008
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>	<b>1</b>	<b>39</b>	<b>0,008</b>

\*: Datos recopilados sobre importaciones de SUNAT (2003)

#### G. Producción de cloro

Se ha identificado que la producción de cloro en el Perú es realizada por una sola empresa, la cual cuenta con dos instalaciones, cuya producción para el año 2003 fue 29 324,00 t. Sus instalaciones utilizan hace más de una década la tecnología de celdas de mercurio con ánodos de titanio tipo Runner, los cuales sustituyeron a los ánodos de grafito. Actualmente se encuentran en calidad de prueba ánodos del tipo SLM denominados ánodos dimensionalmente estables o metálicos. La Guía del PNUMA (2005) no ha recomendado factores de emisión para este tipo de proceso, por lo cual no se realiza estimaciones para esta subcategoría.

**H. Dicloruro de etileno o 1,2-dicloroetano**

No se tiene registros de producción en el Perú, sin embargo durante el año 2003 ingresaron por importación una mínima cantidad de 0,63 kg de Alemania.

**I. Compuestos alifáticos clorados**

No se tiene registros de producción en el Perú, ni de importaciones.

**5.1.7.3 Industria de petróleo**

En el Perú se ha identificado a una industria del refinado de petróleo, que usa

catalizadores de platino en el termo-fraccionamiento catalítico, siendo una fuente potencial de PCDD/PCDF. La guía del PNUMA (2005) no presenta factores de emisión, por lo que no se realizaron estimaciones para esta subcategoría.

En el año 2003, la energía primaria no aprovechada (gas natural liberado a la atmósfera, quemado en antorchas y reinyectado en pozos) fue 73 353 TJ. Se ha cuantificado los PCDD/PCDF generados a partir del venteo con llama de los gases liberados, liberándose vía aérea 0,587 g EQT/a para el año 2003 (Ver Tabla 5.51).

**Tabla N° 5.51: Liberaciones de PCDD/PCDF – Quema de antorchas**

Quema de antorchas (Venteo de llama)	Cantidad de gas quemado* ( TJ)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/TJ de gas quemado)	
			Aire	
			Aire	Aire
	73 353	1	8	0,587

\*: Datos tomados del Balance de Energía (2003) del Ministerio de Energía y Minas

**5.1.7.4 Plantas textiles**

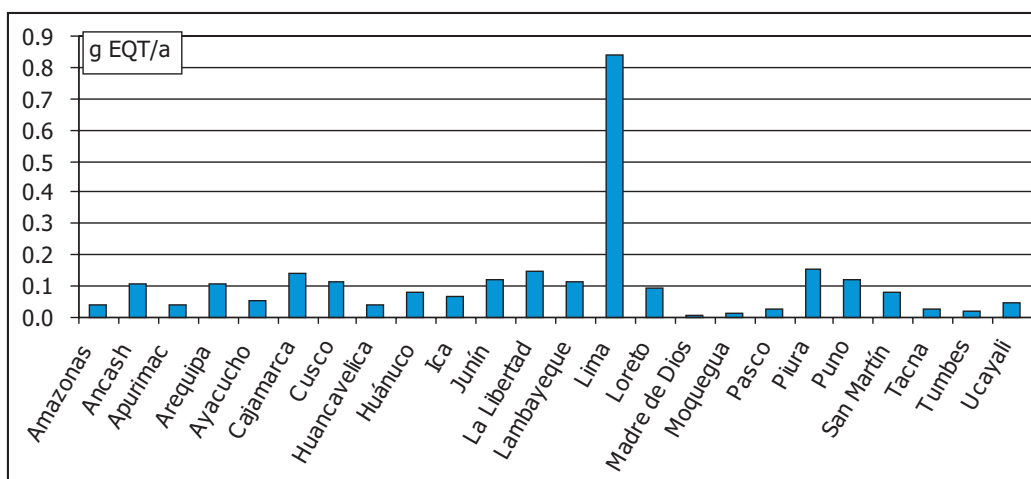
Esta actividad se enlaza con los sectores agrícolas, ganadero e industria química, siendo este último el que tiene mayor importancia porque utiliza una serie de productos como tintes, blanqueadores, entre otros insumos químicos que por su naturaleza considera a la industria textil como fuente de PCDD/PCDF. Según información proporcionada por la Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística del Ministerio de la Producción se indica que la producción de textiles comprende productos como frazadas, tejidos de algodón, tejidos mixtos, hilos

e hilados de algodón, lana de oveja y algodón, top de pelo de alpaca, y mezclas e hilados cardados peinados. La producción de textiles en el ámbito establecido del inventario para el año 2003 fue de 52 036 t. En la tabla 5.52 se presenta los estimados de las liberaciones de PCDD/PCDF en los productos textiles del orden de 5,2 g EQT/a y 0,005 g EQT/a para el año 2003. En función del tamaño de la población se ha estimado las liberaciones de PCDD y PCDF regionales en los productos textiles. Se asume un 50 % de la población se incluye en el límite superior y el otro 50%, en el límite inferior. Los resultados se aprecian en la Figura 5.11.

**Tabla N° 5.52: Liberaciones de PCDD/PCDF – Producción de textiles**

Producción de textiles (t/a)*	Factor de emisión (µg EQT/t de textil)		Liberación (g EQT/a)	
	Producto		Producto	
	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior
52 036	100	0.1	5,204	0,005

\*: Datos tomados del Anuario Estadístico Año 2003 del Ministerio de la Producción



**Figura N° 5.11: Estimación de liberaciones PCDD/PCDF por regiones Vía Producto. Categoría N° 7. Sub categoría: Producto textil**

#### 5.1.7.5 Industria del cuero

El proceso de fabricación del cuero incluye diferentes etapas como el pelambre, curtido, recurtido, acondicionado y acabado, en donde se utiliza una serie de productos químicos, como bactericidas y fungicidas, los cuales son utilizados en las etapas de pelambre y curtido respectivamente, con la finalidad de realizar la conservación de las pieles.

En años anteriores han sido utilizados productos bactericidas cuya base química fue el Pentaclorofenol. Existe en la actualidad la Resolución Jefatural N° 036-99- AG-SENASA del 03 de abril de 1999, mediante el cual, se prohíbe el registro, importación, formulación local, distribución y comercialización de formulaciones comerciales de Pentaclorofenol, así como de los derivados y compuestos que con ellos se pudieran formular.

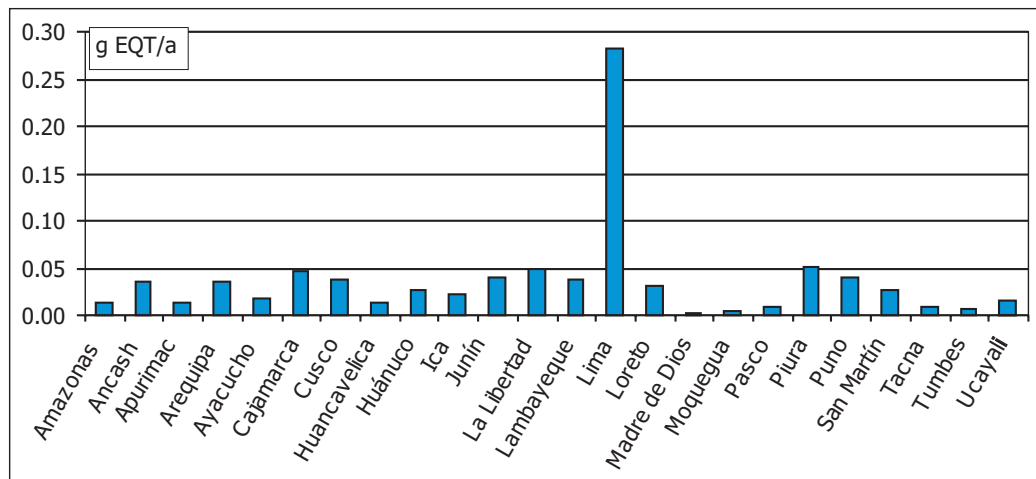
Según la Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística, la producción de cuero en pies<sup>2</sup> en el año 2003 fue de 8 623 549,6 pies<sup>2</sup>, considerando un peso promedio de 200 g / pie<sup>2</sup>, resulta que la cantidad de cuero producido fue de 1 724,7 t de cuero para el año 2003. Esta producción permite la estimación de las liberaciones de PCDD y PCDF del orden de 1,725 g EQT/a y 0,017 g EQT/a en los productos de cuero para el año 2003. En función del tamaño de la población se ha estimado las liberaciones de PCDD y PCDF regionales de los productos de cuero (tabla 5.53).

En la figura 5.12, se presenta la distribución regional de las liberaciones de PCDD/PCDF vía productos de cuero. Se asume un 50% de la población que se incluye en el límite superior y el otro 50%, en el límite inferior.

Tabla N° 5.53: Liberaciones de PCDD/PCDF – Producción de cuero				
Producción de cuero (t/a)*	Factor de emisión (µg EQT/t de cuero)		Liberación (g EQT/a)	
	Producto		Producto	
	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior
1 725	1000	10	1,725	0,017

\*: Datos tomados del Anuario Estadístico Año 2003 del Ministerio de la Producción.





**Figura N° 5.12: Estimación de liberaciones PCDD/PCDF por Regiones. Vía Producto. Categoría N° 7. Sub categoría: Productos de cuero**

**5.1.8. Categoría principal 8: Varios (Misceláneos)**

En la tabla 5.54, se presentan las liberaciones de PCDD/PCDF estimadas para Perú, Año Base 2003, correspondientes a la categoría

8: Varios (misceláneos). En total, en esta categoría, se ha liberado 0,136 g EQT/a vía aérea, 0,004 g EQT/a vía productos y 0,476 g EQT/a vía residuos de PCDD/PCDF.

Tabla 5.54: Resultado de la liberación de PCDD y PCDF de la categoría 8. Misceláneos					
Subcategorías de fuentes	Liberación anual				
	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a
Varios	Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos
a. Secado de biomasa	0,000	NA	ND	0,004	ND
b. Crematorios	0,117	NA	ND	NA	0,004
c. Ahumaderos	0,019	NA	NA	ND	0,064
d. Residuos de limpieza en seco	NA	NA	NA	NA	0,408
e. Consumo de tabaco	0,000	NA	NA	NA	0,000
<b>TOTAL</b>	<b>0,136</b>	<b>NA</b>	<b>ND</b>	<b>0,004</b>	<b>0,476</b>

**5.1.8.1 Desecado de biomasa**

En el ámbito del inventario, el desecado de biomasa se identifica a través del secado de la madera, actividad realizada por empresas madereras y aserraderos mediante hornos secadores, los cuales utilizan como combustible restos de madera (leña). De acuerdo a la información recibida se estima que aproximadamen-

te 35 100 t/a de madera como producto ha sido desecado mediante hornos secadores. Esta información ha sido estimada en función a las exportaciones de madera de cedro y caoba considerando aquellas empresas de las cuales se conoce que cuentan con este tipo de hornos, así como de aquellas que por la capacidad de producción se presume puedan contar con este tipo de equipos (Tabla N° 5.55).

Tabla N° 5.55: Liberaciones de PCDD/PCDF – Categoría 8. Subcategoría - Desechado de biomasa				
Desechado de biomasa (t/a)*	Factor de emisión (µg EQT/t de producto)		Liberación (g EQT/a)	
	Aire	Producto	Aire	Producto
35 100	0,007	0,1	0,0002	0,004

\*: Datos obtenidos de la Superintendencia Adjunta de Aduanas - Superintendencia Nacional de Administración Tributaria. SUNAT

### 5.1.8.2 Crematorios

La cremación no es una práctica muy usual en el Perú, sin embargo es una actividad que se realiza en menor escala con relación a la disposición que se realiza en cementerios. Los crematorios que se utilizan en el ámbito nacional se ubican en hospitales, cementerios y/o beneficencias, las cuales se encuentran en la ciudad de Lima. Los crematorios generalmente tienen quemadores que usan petróleo o gas licuado; cuentan con chimeneas que van desde el nivel inferior hasta la parte superior, desde donde se emiten los gases producto de la combustión. Se realizaron 2 540 cremaciones en el ámbito del in-

ventario, en el año 2003. Todos los cremadores u hornos utilizados no cuentan con las condiciones de operación que permitan una combustión controlada, así como sistemas de control de contaminación atmosférica por lo que se les ha incluido en la clase 1, a excepción de uno de ellos, que presenta un sistema de control de retención de polvos, por lo que se le ha incluido en la clase 2. Este tipo de información nos ha permitido discriminar el uso de los factores de emisión establecidos en la guía del PNUMA (2005). Se liberaron 0,117 g EQT/a vía aérea y 0,004 g EQT/a vía residuos de PCDD/PCDF en el año 2003 (Tabla N° 5.56).

Tabla N° 5.56: Liberaciones de PCDD/PCDF. Categoría 8. Subcategoría - Crematorios						
Cremación (t/a)	Número de cremaciones*	Clase	Factor de emisión (µg EQT/ cremación)		Liberación (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Sin control (por cremación)	1 140	1	90	NA	0,103	NA
Control intermedio (por cremación)	1 400	2	10	2,5	0,014	0,004
<b>TOTAL</b>	<b>2 540</b>				<b>0,117</b>	<b>0,004</b>

\*: Datos obtenidos de las empresas de crematorios.

### 5.1.8.3 Ahumaderos

El ahumado se realiza principalmente con la carne de cerdo (jamón). Se conoce que el ahumado de carne es realizado mediante procesos artesanales en algunas regiones andinas que son altamente ganaderas, las cuales utilizan leña o madera como combustible. Debido a las condiciones propias de las regiones andinas no se puede afirmar si se utili-

zan leña o madera tratadas por lo cual se asume que el proceso fue realizado con madera virgen o limpia. Según la Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística, la producción de carne de cerdo (jamón) fue de 3 212 t. En la Tabla N° 5.57 se presenta la cantidad de PCDD/PCDF liberadas por esta actividad. Se liberaron 0,019 g EQT/a vía aérea y 0,064 g EQT/a vía residuos de PCDD/PCDF en el año 2003.

<b>Tabla N° 5.57: Liberaciones de PCDD/PCDF. Categoría 8. Subcategoría - Ahumaderos</b>						
Ahumaderos:	Carne Ahumada en toneladas *	Clase	Factor de emisión (µg EQT/ carne ahumada)		Liberación (g EQT/a)	
			Aire	Residuos	Aire	Residuos
Combustible limpio, sin post combustión	3 212	2	6	20	0,019	0,064
<b>TOTAL</b>	<b>3 212</b>				<b>0,019</b>	<b>0,064</b>

\*: Datos tomados del Anuario Estadístico Año 2003 del Ministerio de la Producción.

**5.1.8.4 Limpieza en seco**

La limpieza en seco es realizada por lavanderías y tintorerías, sin embargo también se ha identificado que algunas empresas relacionadas con el ramo textil realizan tal actividad, para lo cual utilizan como solvente el percloroetileno, producto que ingresa por importación. No existe información oficial del consumo de este producto para el año 2003, sin embargo de acuerdo a la información proporcionada por la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT), la cantidad de producto ingresado por importación para el año 2003 fue de 452,98 toneladas. Se asume que toda esta

importación ha sido consumida para la limpieza en seco y considerando una relación de 0,3 kg de residuo/ kg de solvente destilado, de acuerdo a información proporcionada por las mismas empresas del ramo, se obtiene un valor de 135,98 toneladas de percloroetileno obtenido como residuo. Así mismo, debido a la falta de información sobre la procedencia de los textiles que fueron limpiados en seco y considerando que éstos fueron tratados con preservantes organoclorados, sobre todo aquellas prendas textiles que ingresaron por importación se les incluye en la clase 1. En esta subcategoría se liberaron 0,408 g EQT/a de PCDD/PCDF vía residuo al año 2003 (Tabla N° 5.58).

<b>Tabla N° 5.58: Liberaciones de PCDD/PCDF Categoría 8. Subcategoría - Limpieza en seco</b>				
Limpieza en seco	Peso de residuo de destilación de Percloroetileno* ( t/a)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/ t residuo)	Liberación (g EQT/a)
			Residuos	Residuos
extiles pesados, tratados con preservantes organoclorados	136	1	3 000	0,408
<b>TOTAL</b>				<b>0,408</b>

\*: Datos proporcionados por la SUNAT (2003).

**5.1.8.5 Consumo de tabaco**

El consumo de tabaco se estimó sobre la base de producción de cigarrillos en el Perú, de dos empresas tabacaleras. En el año 2003, la producción de cigarrillos entre rubios y negros fue de 2 419 079 900 unidades. Asimismo, según la Superintendencia Adjunta de Aduanas - SUNAD, los cigarrillos que ingresaron al país por importación fueron 187 594 400 unidades.

La producción nacional no registra pro-

ducción de cigarros (puros), sin embargo la Superintendencia Nacional de Aduanas, reporta para el año 2003 el ingreso de 742 unidades. Se presume que existe una cantidad importante de cigarrillos que ingresan a nuestro país de manera ilegal, pero no se tienen registros oficiales.

En total, por consumo de tabaco se han liberado 0,0003 g EQT/a de PCDD/PCDF vía aérea en el año 2003 (Tabla 5.59).

Tabla N° 5.59: Liberaciones de PCDD/PCDF. Categoría 8. Subcategoría - Consumo de tabaco				
Consumo de tabaco	Número de cigarrillos* ( Unidades)	Clase	Factor de emisión (µg EQT/ t residuo)	Liberación (g EQT/a)
			Aire	Aire
Cigarros puros (por unidad)	742	1	0,3	0,0000
Cigarillos (por unidad)	2 606 674 300	2	0,1	0,0003
<b>TOTAL</b>	<b>2 606 675 042</b>			<b>0,0003</b>

\*: Datos tomados del Anuario Estadístico Año 2003 del Ministerio de la Producción y de la SUNAT Año 2003.

### 5.1.9 Categoría principal 9: Disposición final / relleno sanitario

En la tabla 5.60, se presentan las liberaciones de PCDD/PCDF estimadas para Perú, Año Base

2003, correspondientes a la categoría 9: Disposición Final / relleno sanitario. En total se ha liberado 0,005 g EQT/a vía agua y 59,510 g EQT/a vía residuos de PCDD/PCDF en el año 2003.

Tabla 5.60: Resultado de la liberación de PCDD y PCDF de la categoría 9. Disposición Final / relleno sanitario							
Subcat..	Subcategorías de fuentes Disposición Final / relleno sanitario	Liberación anual					Total g EQT/a
		g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	g EQT/a	
		Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos	
a	Lixiviado de rellenos	NA	0,000	NA	NA	0,000	0,000
b	Desagües cloacales y su tratamiento	NA	0,001	NA	NA	59,510	59,511
c	Vertido al agua	NA	0,004	NA	NA	0,000	0,004
d	Compostado	NA	ND	NA	0,002		0,002
e	Eliminación de desechos de aceites	ND	0,000	ND	ND	0,000	0,000
<b>TOTAL</b>		<b>ND</b>	<b>0,005</b>	<b>0</b>	<b>0,002</b>	<b>59,510</b>	<b>59,517</b>

#### 5.1.9.1 Rellenamiento /vertederos y vaciadores a cielo abierto/basurales

En el Perú existe carencia de información consolidada sobre generación de residuos y de sus lixiviados, por lo que se estima que 2 938 949 toneladas anuales de residuos, de los cuales, 1 583 799 toneladas son generadas en el departamento de Lima. El "relleno sanitario activo" El Zapallal N° 2 que se encuentra en el distrito de Carabayllo, en la ciudad de Lima, hace tratamiento diario de 700 toneladas de residuos. Este relleno sanitario está situado en la quebrada El Zapallal, que presenta un cauce seco y la napa freática se encuentra a más de 30 metros, está administrado por Relima que ha informado que el relleno sanitario en cuestión, no tiene drenajes de lixiviados y que éstos se construirán cuando se presenten los afloramientos.

En general, en la ciudad capital, los rellenos sanitarios no están acondicionados o implementados para el drenaje de lixiviados. Existen rellenos sanitarios en zonas rurales, de propiedad de las empresas mineras que cumplen con las características de un relleno sanitario y controlan sus lixiviados. Las empresas mineras encuestadas han informado que generan alrededor de 2 litros de lixiviado por tonelada de residuo, habiendo reportado una cantidad de casi 2 toneladas de lixiviados. Valga indicar que sólo reportaron 5 empresas mineras, lo que hace suponer que debe de ser una cantidad superior. Con los datos obtenidos, nos permite inferir como una primera aproximación que se han liberado menos del 0,000001 g EQT/a de PCDD/PCDF al agua, por los lixiviados de los rellenos sanitarios en el año 2003 (Tabla 5.61).

**Tabla N° 5.61: Liberaciones de PCDD/PCDF - Categoría 9. Subcategoría: Rellenamiento /ver tederos y vaciadores a cielo abierto/basurales**

Tipo de desecho dispuesto en el relleno sanitario	Lixiviados de rellenos en toneladas t/a	Clase	Factor de liberación (ug EQT/t de lixiviado)		Liberación (g EQT/a)	
			Agua	Agua	Agua	Agua
Desechos no peligrosos	1,92	1	0,003		0,000	
<b>TOTAL</b>					<b>0,000</b>	

**5.1.9.2 Desagües cloacales y su tratamiento**

Según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), la cantidad de aguas residuales para el año 2003 fue de 965 906 656,93 m<sup>3</sup>. El volumen de aguas tratadas fue de 218 111 515 m<sup>3</sup>. Se consideró una densidad de lodos de 1,07 kg/m<sup>3</sup>, para el departamento de Lima y de 0,06 kg/m<sup>3</sup> para el resto de departamentos, considerando que la generación de lodos para el departamento de Lima es muy superior a los otros departamentos, debido a que Lima es la ciudad donde se concentra la mayor cantidad de población

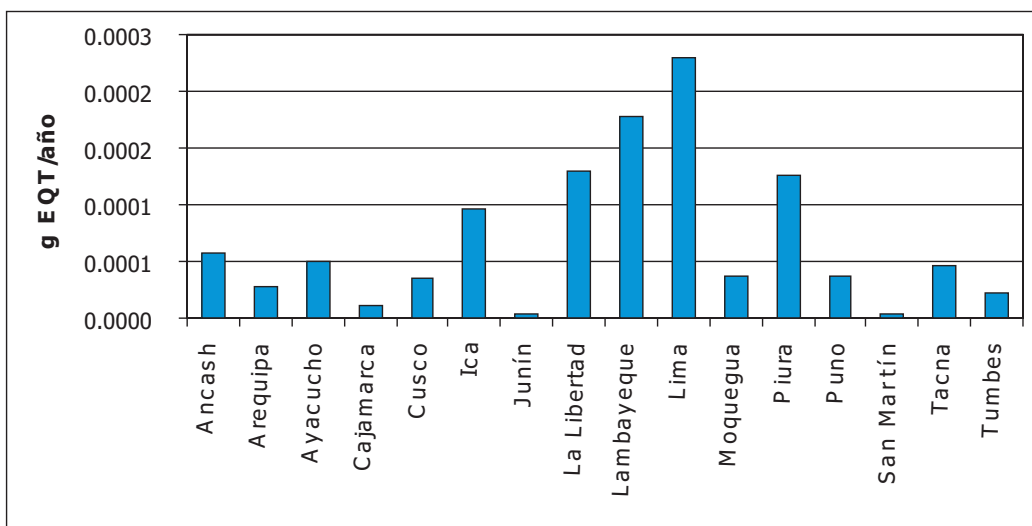
urbana y actividad industrial en el país. Con estos datos se estimó 59 909,77 toneladas de lodos. El tratamiento de las aguas residuales se ha incluido en la clase 1, debido a que las aguas servidas domésticas e industriales desaguan a un solo canal y como SUNASS sólo proporcionó la cantidad de aguas servidas con tratamiento, se consideró en un criterio conservador asumir que no tiene control de lodos. Con los datos obtenidos, nos permite inferir como una primera aproximación que se han liberado 0,001 g EQT/a vía agua y 59,10 g EQT/a vía producto o residuo de PCDD/PCDF por las aguas evacuadas con tratamiento en el año 2003 (Tabla 5.62).

**Tabla N° 5.62: Liberaciones de PCDD/PCDF. Categoría 9. Sub categoría - Desagües cloacales y sutratamiento**

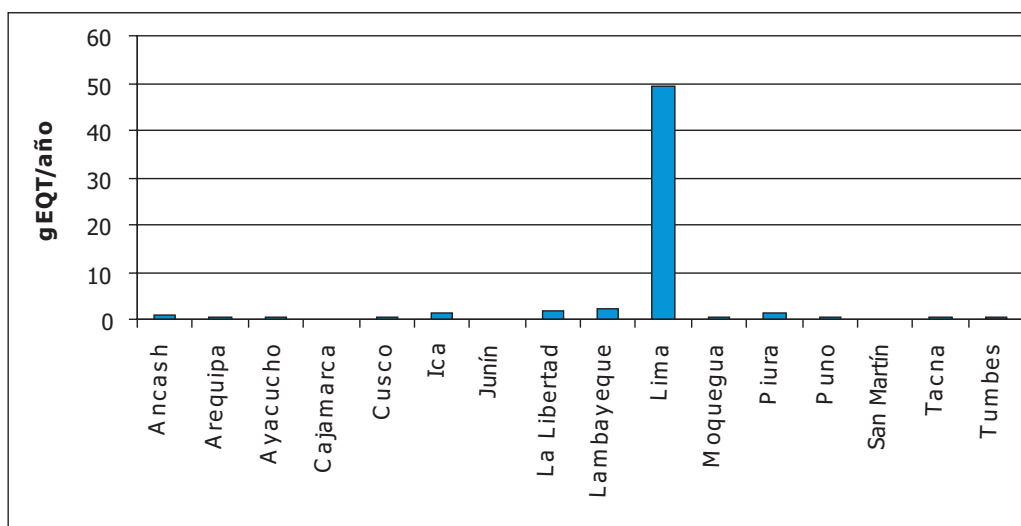
Desagües cloacales y su tratamiento	Volumen de efluentes Tratados en m <sup>3</sup> /a	Cantidad de lodos t/a	Clase	Factores de liberación		Liberación (g EQT/a)	
				(pg EQT/m <sup>3</sup> )	(ug de EQT/t.m.s)		
				Agua	Producto Residuo	Agua	Producto =Residuo
Industriales, domésticas mezclada con posibilidad de cloro, sin evacuación de lodo	218 111 515	59 909,77	1	0,005	1 000	0,001	59,10
<b>TOTAL</b>						<b>0,001</b>	<b>59,10</b>

En la figura 5.13, se presenta la distribución regional de las liberaciones vía agua de PCDD/PCDF de la subcategoría vertimiento de agua tratada y en la figura 5.14, se presenta la dis-

tribución regional de las liberaciones vía agua de PCDD/PCDF procedentes de los lodos de las aguas tratadas.



**Figura N° 5.13: Liberaciones PCDD/PCDF por regiones vía agua. Categoría N° 9, subcategoría: Vertimiento de agua tratada.**



**Figura N° 5.14: Liberaciones PCDD/PCDF por regiones vía residuos. Categoría N° 9, subcategoría: Vertimiento de lodos del agua tratada.**

### 5.1.9.3 Vertidos directo al agua

En el Perú no existe una cobertura de alcantarillado total que realice un tratamiento de aguas residuales, por lo cual una buena parte de la generación de aguas residuales es vertida directamente al agua. Se identifican dos tipos de entidades que brindan los servicios de agua potable y alcantarillado en el país, las empresas municipales de servicios y empresas prestadoras de servicios. Según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), el volumen de aguas

residuales sin tratamiento que fue vertido en aguas abiertas para el año 2003 fue de 747 795 141,84 m<sup>3</sup>.

En la Tabla N° 5.63 se presentan las liberaciones de PCDD/PCDF para aguas residuales que de acuerdo a las características domésticas e industriales, se ha incluido en la clase 1. Se han liberado 0,004 g EQT/a vía de PCDD/PCDF por las aguas residuales vertidas directamente a un cuerpo receptor en el año 2003.



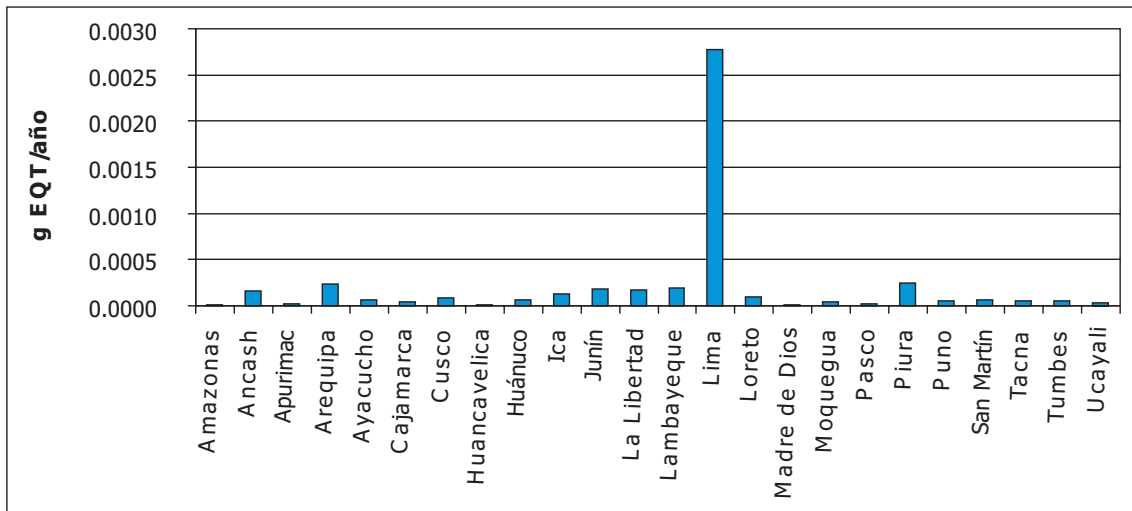
<b>Tabla N° 5.63: Liberaciones de PCDD/PCDF. Categoría 9. Subcategoría - Vertido al agua</b>				
Vertido al agua	Volumen de efluentes Vertidos a agua abierta* (m <sup>3</sup> /a)	Clase	Factor de liberación (ug de EQT/m <sup>3</sup> )	Liberación (g EQT/a)
			Agua	Agua
Industriales, domésticas mezclada con posibilidad de cloro	747 795 141,84 m <sup>3</sup>	1	0,005	0,004
<b>TOTAL</b>				<b>0,004</b>

\*: Datos proporcionados por la SUNASS

En la figura 5.15, se presenta la distribución regional de las liberaciones vía agua de PCDD/

PCDF procedentes de los vertidos directos al agua.

**Figura N° 5.15: Estimación de liberaciones PCDD/PCDF por regiones. Vía agua. Categoría N° 9, subcategoría: Vertimiento directo al agua.**



**5.1.9.4 Compostado**

Esta actividad es realizada de manera artesanal en el Perú, generalmente se realiza en centros campestres o agropecuarios sólo para uso propio, así mismo se ha tenido referencias que algunas municipalidades están produciendo a partir de desechos orgánicos municipales depositados en botaderos para usos propios en jardines, sin embargo no se ha llegado a precisar la cantidad que se produce. Las empresas mineras utilizan esta práctica con los desechos de comida, se ha obtenido información de una empresa

minera que ha elaborado compostado con una cantidad aproximada de 100 toneladas de residuos de comida para el año 2003. Es de esperar una magnitud mayor en esta subcategoría, sin embargo como una primera aproximación se ha indicado la estimación por compostado. Vale indicar que el compostado generalmente se elabora en las zonas rurales, con desechos de comida y la contribución al inventario, es de 0,002 g EQT/a de PCDD/PCDF liberados en el producto, en el año 2003, como se indica en la tabla N° 5.64.

**Tabla N° 5.64: Liberaciones de PCDD/PCDF. Categoría 9. Subcategoría - Compostado**

Compostado	Cantidad de material en t/a	Clase	Factor de liberación (ug de EQT/t)	Liberación (g EQT/a)
			Agua	Agua
Desechos de jardín y cocina	100	2	15	0,002
<b>TOTAL</b>				<b>0,002</b>

#### 5.1.9.5 Tratamiento de aceites de desecho (no térmicos)

La problemática de los aceites de desechos generados en el Perú está relacionada con el uso al que está destinado. En el país existen empresas dedicadas a la regeneración y uso posterior de los aceites usados, muchos de las cuales no cuentan con tratamientos físico-químicos, ni con la capacidad técnica operativa para realizar tal actividad, por lo cual muchos de estos aceites usados vuelven a ser comercializados incumpliendo patrones mínimos de calidad. La cantidad de aceites de desechos generados en el país es una situación difícil de conocer, mucho menos identificar cuanto se ha generado por región, sin embargo ésta podría ser estimada a nivel país considerando la cantidad de aceites y lubricantes que se elaboran en el ámbito nacional más aquella que ingresa por importación. La cantidad de aceites lubricantes producidos e importados para el año 2003 fue de 22 444 358 galones y 495 004,44 galones respectivamente, según la Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística del Ministerio de la Producción y la SUNAT.

Vale acotar que estas cantidades no incluyen la cantidad de aceites de desechos que in-

gresan como importación a través de empresas que realizan regeneración. Se estima que un 80% del aceite lubricante nuevo utilizado, genera aceite de desecho, del cual el 96% es utilizado como combustible alternativo en empresas como fábricas de cemento, ladrillo, vidrio, fundiciones, etc. El 4% restante de aceites usados, ingresan a una planta de tratamiento, siguiendo las condiciones técnicas y operativas apropiadas ajustadas a un patrón de calidad ambiental y es utilizado posteriormente como aceite para motores y equipos hidráulicos. No se ha calculado la liberación de PCDD y PCDF por cuanto el PNUMA (2005) no determina factores de emisión para esta subcategoría.

#### 5.1.10 Categoría 10.-Puntos calientes

La descripción sobre los puntos calientes ha sido tratada ampliamente en el capítulo 4.

### 5.2 Jerarquización de las liberaciones de PCDD/PCDF en el inventario

#### 5.2.1 Jerarquización por categoría

A continuación se presenta la figura 5.16, con un resumen de las liberaciones estimadas para cada una de las categorías en estudio.

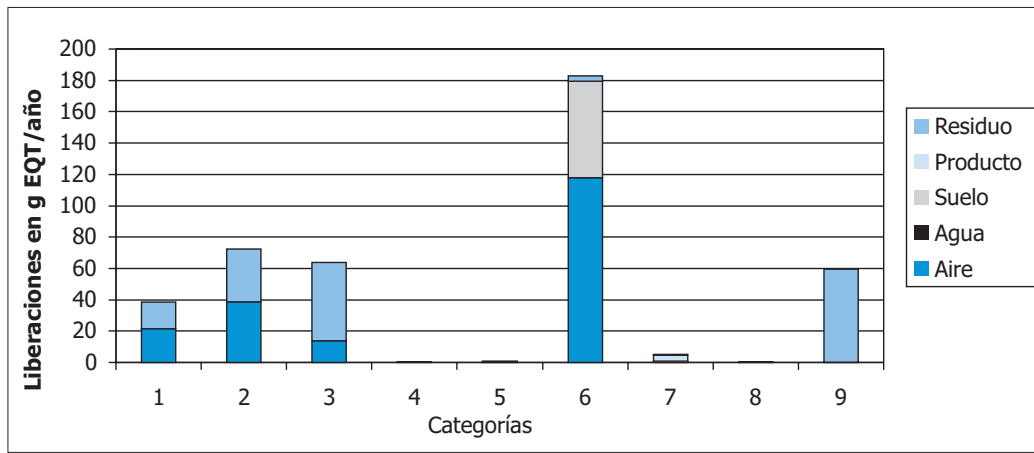


Figura 5.16: Distribución de liberaciones PCDD/PCDF por categoría. Perú 2003.

Adicionalmente, se presenta la Tabla N° 5.65 con el porcentaje de aporte por cada una de las categorías en orden descendente. Como se puede apreciar las categorías de mayor aporte a la

liberación de las dioxinas y furanos son la quema a cielo abierto, seguido de la producción de metales ferrosos y no ferrosos y en tercer lugar la generación de energía y calefacción.

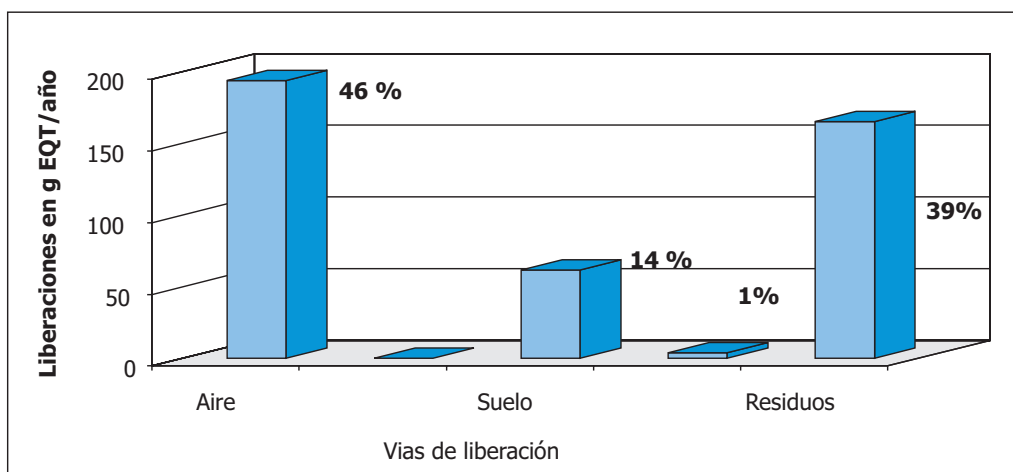
Tabla N° 5.65: Jerarquización de las liberaciones de PCDD/PCDF por categorías

No.	Categorías	Liberaciones anuales (g EQT/a)					Total	%
		Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos		
6	Quema a cielo abierto	117,908	0,000	61,495	0,000	3,435	182,838	43,1
2	Producción de metales ferrosos y no ferrosos	38,518	0,000	0,000	0,000	33,715	72,233	17,0
3	Generación de energía y calefacción	13,692	0,000	0,000	0,000	50,309	64,001	15,1
9	Disposición final	0,000	0,005	0,000	0,002	59,510	59,517	14,0
1	Incineración de desechos	21,275	0,000	0,000	0,000	17,291	38,566	9,1
7	Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo	0,587	0,152	0,000	4,128	0,130	4,997	1,2
5	Transportes	0,864	0,000	0,000	0,000	0,000	0,864	0,2
8	Misceláneos	0,136	0,000	0,000	0,004	0,476	0,616	0,2
4	Producción de productos minerales	0,452	0,000	0,000	0,000	0,004	0,456	0,1
<b>1-9</b>	<b>TOTAL</b>	<b>193,432</b>	<b>0,157</b>	<b>61,495</b>	<b>4,134</b>	<b>164,870</b>	<b>424,088</b>	<b>100,0</b>

5.2.2 Jerarquización por vía de liberación en el ámbito nacional

A continuación se presenta la figura 5.17, con un resumen de las liberaciones estimadas para cada una de las vías de liberación aire, agua,

suelo, residuos y productos. Adicionalmente, se presenta la Tabla N° 5.66 con el porcentaje de participación de cada vía de liberación, en orden descendente. En ambos, se puede apreciar que destaca la vía aérea con casi el 46% de las liberaciones de dioxinas y furanos.



**Figura N° 5.17: Distribución de las PCDD/PCDF por vías de Liberación. Perú 2003**

Vías de liberación	Liberación (g EQT/año)	Participación %
Aire	193,432	45,6
Residuos	164,869	38,9
Suelo	61,495	14,5
Productos	4,135	1,0
Agua	0,156	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>424,087</b>	<b>100,0</b>

### 5.3. Grado de confianza de los datos e incertidumbres por categorías

#### 5.3.1 Categoría 1: Incineración de desechos

Se observó que la mayoría de los hospitales no cuentan con registros formales y actualizados de tasas de incineración de desechos médicos y composición de éstos. En estos casos la información fue estimada por los encargados de operación de dichos incineradores, por lo que cabe esperar que la información recopilada posea una incertidumbre importante.

#### 5.3.2 Categoría 2: Producción de metales ferrosos y no ferrosos

Los datos recopilados son confiables, pues provienen de las fuentes fundidoras de me-

tales, habiéndose validado con los datos del Anuario Estadístico Año 2003 del Ministerio de la Producción. No obstante, es probable que existan pequeñas fundiciones no identificadas, pero que no afectarán de manera significativa los valores estimados

#### 5.3.3 Categoría 3: Generación de energía y calefacción

##### Sub categoría: Centrales eléctricas de combustibles fósiles

Los datos recopilados del consumo de petróleo combustible y gas natural, son confiables y se han comparado con los registros de ventas de estos productos y con el Balance de Energía del año 2003 del Ministerio de Energía y Minas.

**Sub categoría: Centrales eléctricas de biomasa**

Es probable que existan pequeñas centrales de energía no identificadas por el Ministerio de Energía y Minas, pero que no afectarán de manera significativa los valores estimados de biomasa.

En cuanto al consumo del bagazo, aún cuando los datos recopilados provienen de fuentes oficiales, cabe esperar que presenten ciertos niveles de incertidumbre, debido a que la información es obtenida a través de encuestas y proyecciones, resultando difícil cuantificar en forma exacta el consumo nacional.

**Sub categoría: Combustión de biomasa para uso doméstico**

Aún cuando los datos recopilados provienen de fuentes oficiales, cabe esperar que presenten ciertos niveles de incertidumbre, debido a que el Ministerio de Agricultura - MINAG obtiene la información a través de encuestas y proyecciones, resultando difícil cuantificar en forma exacta el consumo nacional. Esta información se encuentra en el Anuario forestal.

**Sub categoría: calefacción doméstica combustión de fósiles de combustible fósiles y uso de carbón vegetal**

Los datos recopilados son confiables, pues existen registros de ventas de estos productos. En el caso del consumo de carbón cabe esperar que exista un grado de incertidumbre, debido a que el balance de energía obtiene la información a través de encuestas y proyecciones, resultando difícil cuantificar en forma exacta el consumo nacional.

**5.3.4 Categoría 4: Producción de productos minerales.**

Los datos recopilados de cemento son confiables, pues provienen de las fuentes de cemento, así también se han cotejado con los valores indicados en el Anuario Estadístico de Minería Año 2003 del Ministerio de Energía y Minas, siendo ambos similares. En el caso de la producción de ladrillos, los datos son confiables, siendo tomados del Anuario Estadístico del Ministerio de la Producción y de las encuestas. Cabe indicar que existen algunas pequeñas productoras informales de ladrillos, sin embargo sus aportes no afectarán de manera significativa la estimación de liberaciones de dioxinas y furanos.

En cuanto a la producción de cal, ésta posee cierto grado de incertidumbre debido a que no todas las empresas identificadas entrega-

ron información. Sin embargo, la estimación de la producción nacional se encuentra en el orden de magnitud correcto.

La producción nacional de asfalto es confiable, pues proviene de datos oficiales del Ministerio de la Producción, sin embargo, no se conoce la distribución en el país, sólo una empresa contestó la encuesta de mezcla asfáltica.

**5.3.5 Categoría 5: Transportes**

Los datos son confiables, debido a que existen registros oficiales de ventas de combustibles.

**5.3.6 Categoría 6: Procesos de combustión a cielo abierto**

Aún cuando la información respecto a superficies sometidas a quemas proviene de una fuente oficial, cabe esperar que presenten ciertos niveles de incertidumbre, debido a que existen quemas no autorizadas que no son registradas. Otra incertidumbre es la cantidad de biomasa quemada por hectárea y las estimaciones realizadas incorporan un error. Por esta razón, la tasa de actividad puede presentar una diferencia de 2 órdenes de magnitud entre los valores proporcionados como factores para la quema de residuos agrícolas en terrenos impactados y no impactados.

**5.3.7 Categoría 7: producción de químicos y bienes de consumo**

La información de las empresas de papel es confiable, debido a que proviene de las propias fuentes.

La información de las empresas textil y cuero son confiables, debido a que proviene de fuentes oficiales y también se ha obtenido datos de las fuentes. Puede haber diferencias en la distribución de regiones, pero que no afectarán el total nacional.

**5.3.8 Categoría 8: Varios**

La información de los crematorios es confiable, debido a que proviene de la propia fuente.

La información de los cigarrillos producidos es confiable, debido a que proviene de fuentes oficiales y también se ha obtenido datos de las fuentes.

Aún cuando la estimación de la tasa de actividad incorpora cierto margen de incertidumbre, el orden de magnitud es correcto y este valor no alterará significativamente la estimación de las liberaciones.

#### 5.3.9 Categoría 9: disposición final/rellenamiento sanitario

La información de los vertederos tiene un grado de incertidumbre debido a que se desconoce realmente la tasa de generación de

residuos domésticos e industriales. Además, sólo se ha aplicado estimados de lixiviados, considerando que se tiene una tasa de lixiviado por residuos. Aún cuando el valor de la tasa de actividad no es exacto, la incertidumbre de este valor no alterará significativamente la estimación de las liberaciones de PCDD/PCDF.

La información sobre las aguas residuales tratadas es confiable, dado que proviene de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento - SUNASS.



## VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 6.1 Liberación de las dioxinas y furanos en el Perú. Año Base 2003

En la tabla 6.1 se presentan las magnitudes de las liberaciones de PCDD y PCDF a los 5 com-

partimientos aire, agua, suelo, productos y residuos. En total se liberaron 424,09 g EQT de PCDD/PCDF para el año 2003.

**Tabla 6.1: Liberación de PCDD y PCDF por categorías Perú. Año base 2003**

No.	Matriz de selección Categorías	Liberaciones anuales (g EQT/a)					Total g EQT/a
		Aire	Agua	Suelo	Productos	Residuos	
1	Incineración de desechos	21,275	0,000	0,000	0,000	17,291	38,566
2	Producción de metales ferrosos y no ferrosos	38,518	0,000	0,000	0,000	33,715	72,233
3	Generación de energía y calor	13,692	0,000	0,000	0,000	50,309	64,001
4	Productos minerales	0,452	0,000	0,000	0,000	0,004	0,456
5	Transportes	0,864	0,000	0,000	0,000	0,000	0,864
6	Proceso de combustión a cielo abierto	117,908	0,000	61,495	0,000	3,435	182,838 8
7	Producción y uso de sustancias/ productos químicos y bienes de consumo	0,587	0,152	0,000	4,128	0,130	4,997
8	Misceláneos (varios)	0,136	0,000	0,000	0,004	0,476	0,616
9	Disposición final/ relleno sanitario	0,000	0,005	0,000	0,002	59,510	59,517
10	Identificación de posibles puntos calientes						
<b>1-9</b>	<b>Total</b>	<b>193,432</b>	<b>0,157</b>	<b>61,495</b>	<b>4,134</b>	<b>164,870</b>	<b>424,088</b>
<b>GRAN TOTAL</b>		<b>424,09</b>					

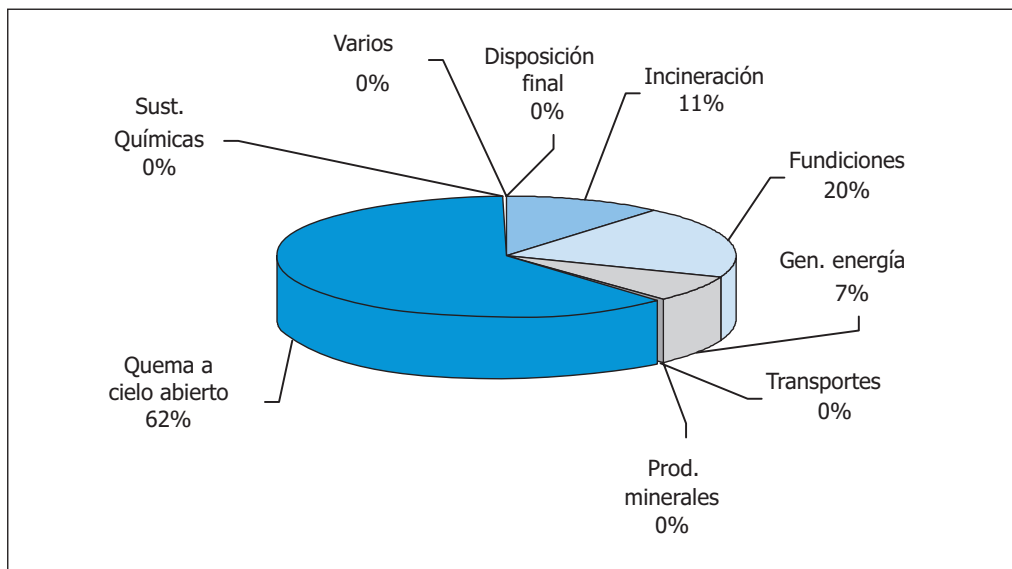
Los aportes de dioxinas y furanos al ambiente, en orden descendente corresponden en primer lugar a la categoría “Quema a cielo abierto” que libera 182,8 g EQT/a de PCDD/PCDF, en segundo lugar a la “Producción de Metales ferrosos y no ferrosos” que libera 72,2 g EQT/a de PCDD/PCDF, tercero a la “Generación de energía y calefacción” que libera 64,0 g EQT/a de PCDD/PCDF, cuarto a la “Disposición final” que libera 59,5 g EQT/a de PCDD/PCDF, quinto a la “Incineración de desechos” que libera 38,6 g EQT/a de PCDD/PCDF, sexto a la “Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo” que libera 5,0 g EQT/a de PCDD/PCDF, séptimo al “Transporte” que liberan 0,9 g EQT/a de PCDD/PCDF, octavo a “Varios” que

liberan 0,6 g EQT/a de PCDD/PCDF y noveno a la “Producción de productos minerales” que liberan 0,456 g EQT/a de PCDD/PCDF.

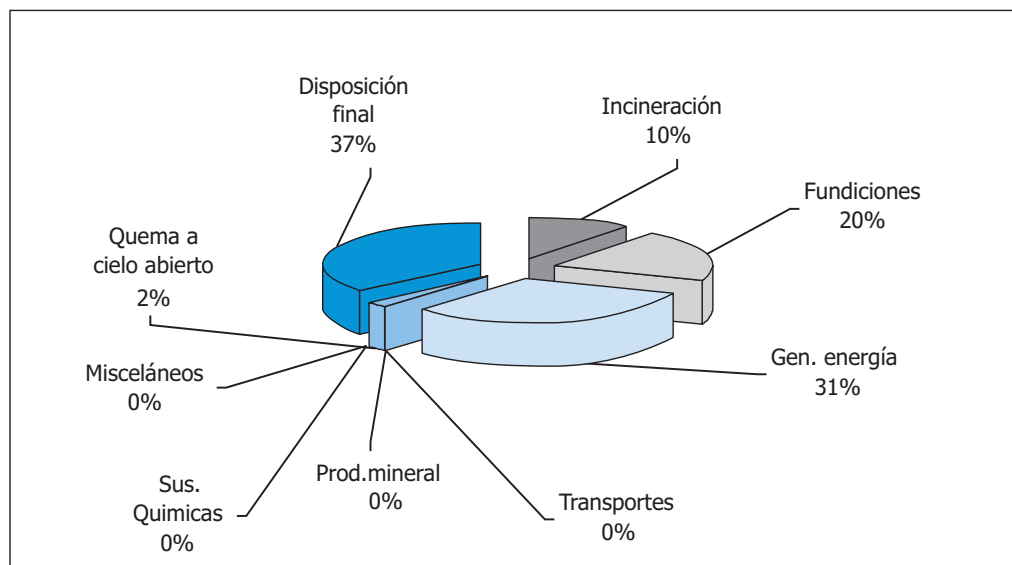
En la figura 6.1 se puede apreciar que las mayores liberaciones de PCDD/PCDF vía aérea corresponden a la categoría 6: quema a cielo abierto y en segundo lugar a la categoría 2: producción de metales ferrosos y no ferrosos.

En la figura 6.2 se puede apreciar que las mayores liberaciones de PCDD/PCDF vía residuos corresponden a la categoría 9: Disposición final/relleno sanitario y en segundo lugar a la categoría 3: Generación de energía.

**Figura N° 6.1: Liberación de PCDD y PCDF al Aire (193,4 gEQT/año)**



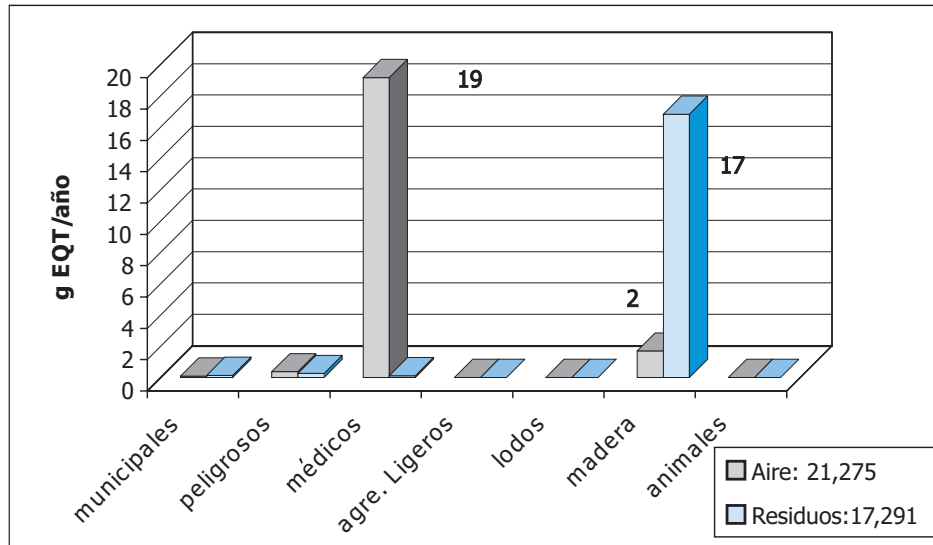
**Figura N° 6.2: Liberación de PCDD y PCDF al Aire (164,9 gEQT/año)**



En la categoría 1, las liberaciones de PCDD/PCDF vía aérea son relativamente considerables en la incineración de desechos médicos/hospitalarios, no obstante haber una tendencia decreciente de la incineración de estos desechos por el incremento de incineradores inoperativos. La incineración de carcasas de animales es poco significativa con respecto a las demás subcategorías. Se destaca la gran cantidad de biomasa incinerada en comparación con los tonelajes incinerados de las demás subcategorías, sin embargo las liberaciones PCDD/PCDF son mucho menores que las propias de los desechos hospitalarios incinerados y esto sólo se

debe al tamaño del factor de emisión vía aérea, que es mucho menor que el correspondiente a la incineración de biomasa con respecto a los desechos médicos / hospitalarios. Lo contrario sucede con las PCDD/PCDF almacenadas en las cenizas (residuos), donde se observa una mayor liberación ocasionada por la incineración de la biomasa, que generalmente corresponde a las empresas madereras ubicadas en el oriente de nuestro país. Vale la pena prestar atención a las cenizas volátiles que hacen un total de 17,17 g EQT/año que son las más peligrosas, en comparación con las 0,116 g/EQT/año de las cenizas depositadas.

**Figura N° 6.3: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 1.**

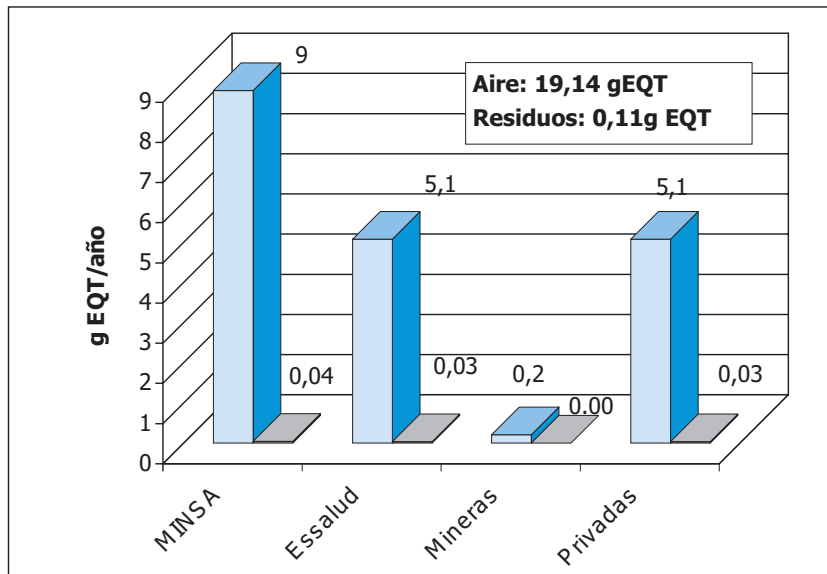


Entre otros aspectos importantes, vale resaltar las mayores emisiones del sector salud estatal en comparación con las del sector Essalud y de las privadas (ver figura 6.4). Esto debido a que la mayoría de los incineradores del sector salud estatal, cuentan con quemadores de una sola cámara,

carentes de un sistema de control de contaminación atmosférica.

Las regiones con mayor aporte a la liberación de dioxinas y furanos vía aérea corresponden a Lima, Loreto, Arequipa y Junín; vía residuos destaca la región Lima.

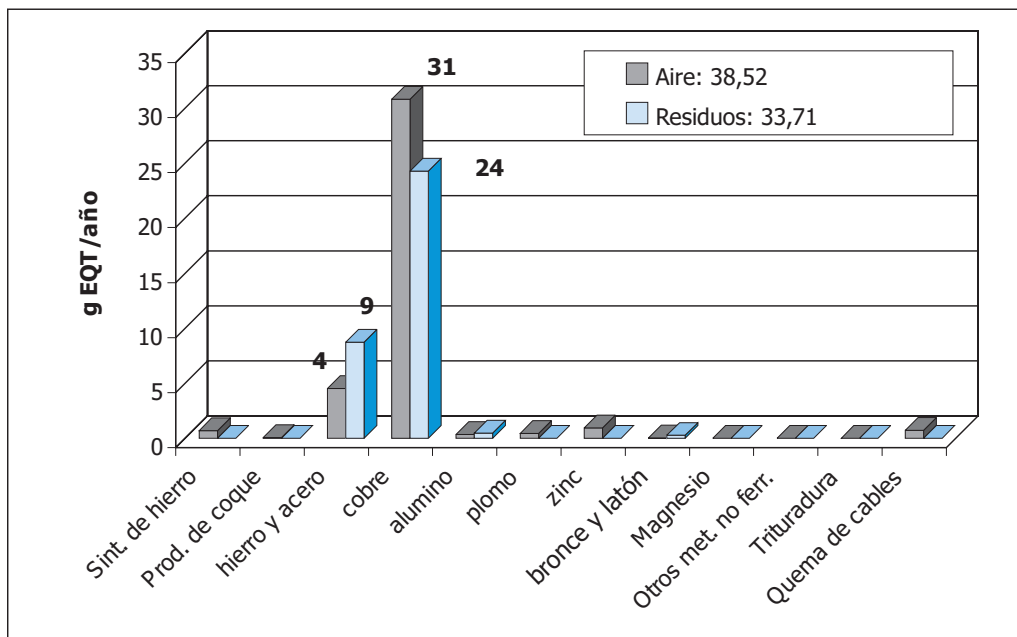
**Figura 6.4: Liberación de PCDD y PCDF al Aire. Categoría 1. Sub categoría Incineración de residuos hospitalarios. Vía Aire y Residuos. Año Base 2003.**



En la categoría 2, destacan la liberación de PCDD/PCDF vía aérea de las subcategorías fundición de cobre y producción de hierro y acero aportando el 80% y el 11% respectivamente, y

con el 20% y 71% vía residuo. Las demás subcategorías liberan valores de PCDD/PCDF por debajo de 1 g EQT/año, como se puede apreciar en la figura 6.5.

**Figura Nº 6.5: Liberación de PCDD y PCDF al aire y en residuos. Año Base 2003. Categoría 2.**



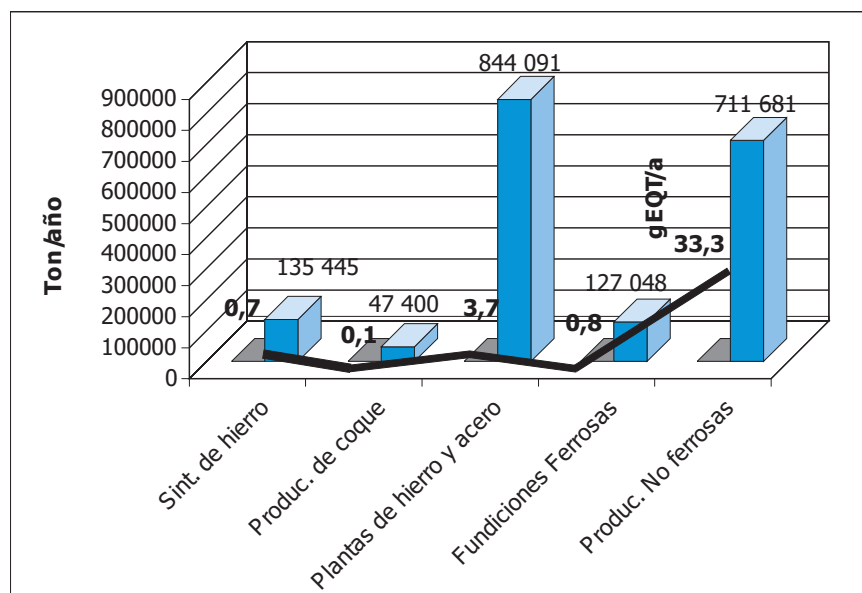
Es importante acotar que las liberaciones aéreas de PCDD/PCDF no dependen del tamaño de la producción sino del sistema de control de calidad de aire que cuentan, es así que en la figura 6.6 se visualiza que no obstante que la producción de hierro y acero es la más alta, sus emisiones de PCDD/PCDF son una de las más bajas. Respecto a los PCDD/PCDF en los residuos, se aportan mayores liberaciones como consecuencia del proceso secundario de algunos metales.

Sólo en el marco de las fundiciones, destacan las emisiones de las fundiciones ferrosas, con liberaciones de 33,2 g EQT y 24,7 g EQT para la vías

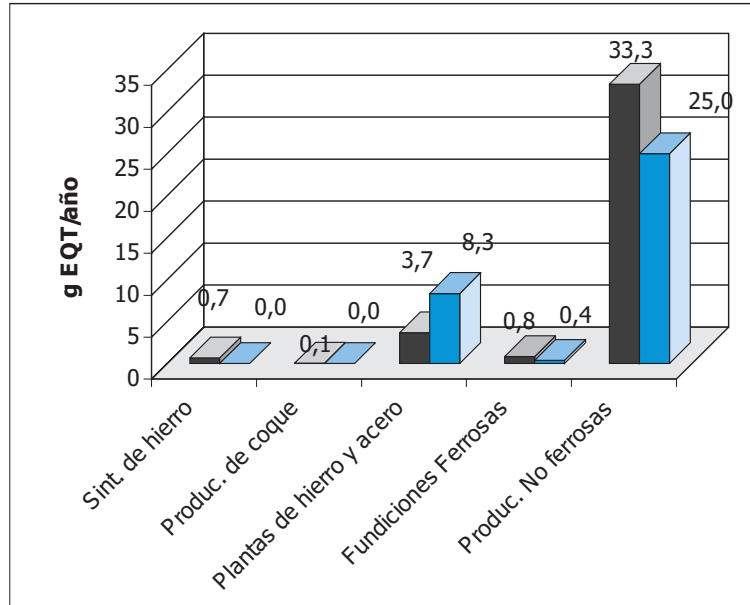
aérea y residuos respectivamente (ver figura 6.7). Las regiones con mayor liberación en esta categoría son Lima con el 88%, Ancash (7%), Ica (4%) y Arequipa (1%). Cabe destacar que las mayores liberaciones ocurren en la región Lima, por la presencia de la mayor cantidad de fundiciones de metales secundarias y éstas no cuentan con un sistema de control de contaminación atmosférica.

Las regiones con mayor aporte a la liberación de dioxinas y furanos vía aérea corresponden a Lima, Ancash e Ica; vía residuos destacan también las regiones Lima, Ancash e Ica.

**Figura 6.6: Producción y liberaciones aéreas de PCDD/PCDF. Año Base 2003. Categoría. 2.**



**Figura 6.7: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Categoría 2. Sólo Fundiciones**

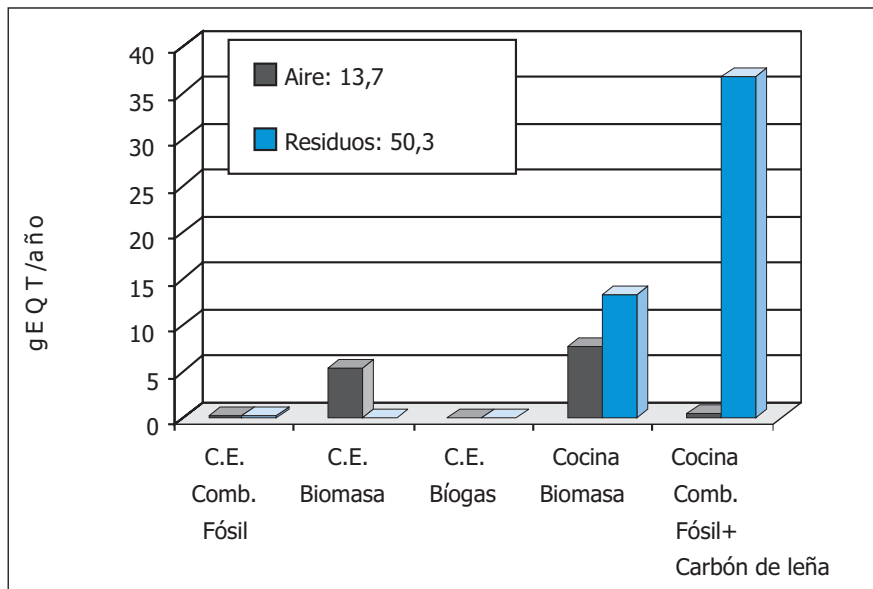


En la figura 6.8, se presentan las liberaciones de PCDD/PCDF al aire y vía residuos, ocasionadas por las fuentes de la categoría 3: Generación de energía. Se aprecia que las fuentes con los mayores aportes corresponden a las subcategorías cocina de biomasa y generación de energía con biomasa. Con relación a las cenizas como residuos, se destaca la subcategoría quema de combustible más carbón vegetal, debido al gran aporte del con-

sumo del carbón vegetal para cocina doméstica, lo que genera una significativa cantidad de cenizas en donde se encuentran las PCDD/PCDF.

En la categoría 3, las regiones con mayor aporte a la liberación de dioxinas y furanos vía aérea corresponden a La Libertad, Lambayeque y Lima; vía residuos destacan las regiones Cajamarca, Cusco y Puno.

**Figura N° 6.8: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 3.**



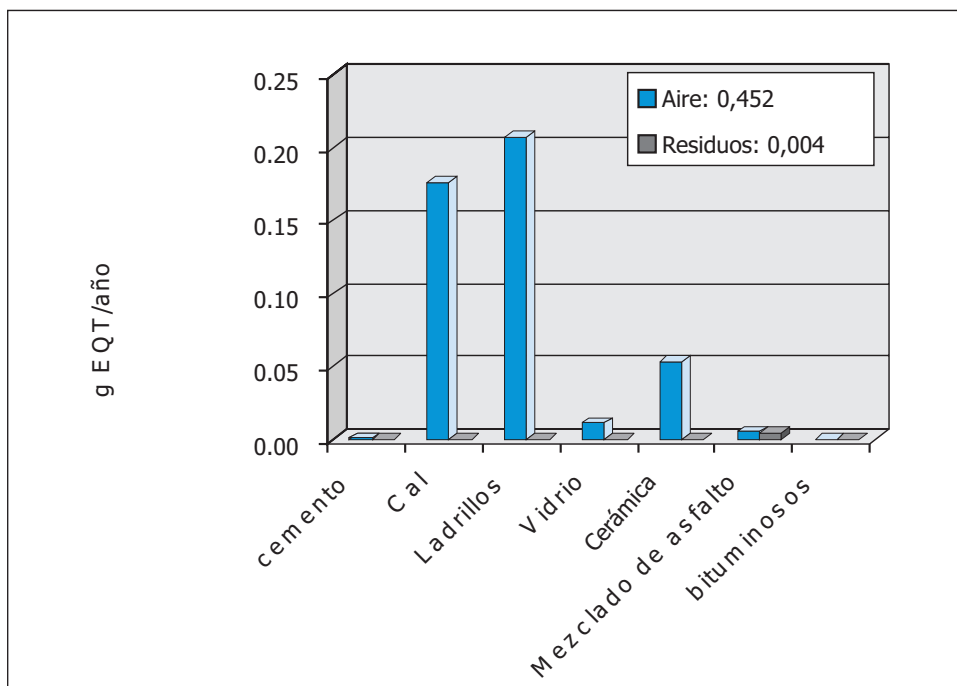
El consumo de biomasa para la generación de energía contribuye considerablemente en las emisiones de PCDD/PCDF, no obstante ser menor su consumo en tonelaje respecto a las centrales eléctricas que usan combustibles fósiles. En esta subcategoría se destaca el consumo de bagazo para generar energía eléctrica. Las PCDD/PCDF en los residuos son considerables por el uso de carbón vegetal como combustible doméstico. La combustión de biomasa es propiciada debido a que el Perú es un país con una gran población en la actividad agraria, los mismos que generan las considerables emisiones ocasionadas por la quema de biomasa en diferentes actividades económicas del ámbito nacional.

En la categoría 4, las magnitudes de las liberaciones de los PCDD/PCDF no dependen del ta-

maño de la producción sino más bien de la tecnología usada por cada una de las fuentes de cada subcategorías. Así, la actividad que menos libera PCDD/PCDF es la producción de cemento, no obstante registrar la mayor producción en esta categoría. Los valores de liberación de PCDD/PCDF de las cementeras son valores muy insignificantes. La actividad de mayor liberación de PCDD/PCDF es la fabricación de ladrillos y en segundo lugar es la producción de cal en la categoría 4. Lo resaltante es que en general esta categoría presenta las menores magnitudes con relación a las demás categorías medidas (ver figura 6.9).

Las regiones con mayor aporte a la liberación de dioxinas y furanos vía aérea corresponden a Lima y vía residuos también a la región Lima.

**Figura N° 6.9: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 4.**

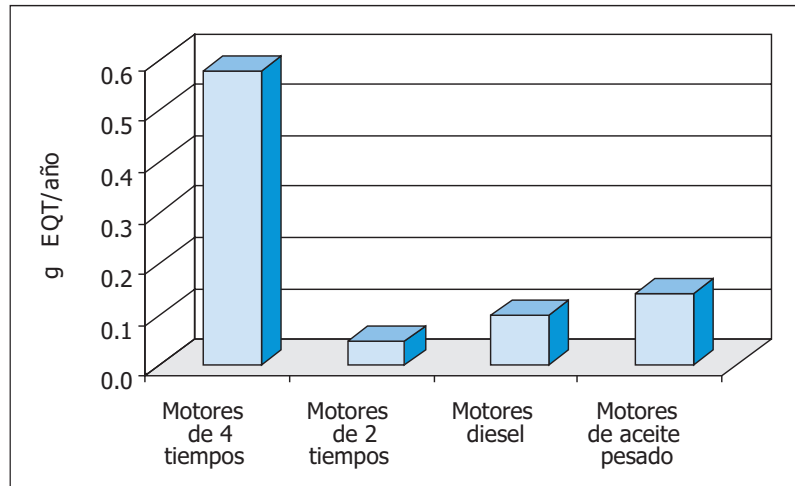


En la categoría 5, las liberaciones de dioxinas y furanos están relacionadas directamente con el tonelaje de combustible consumido. Destaca las liberaciones de PCDD/PCDF al aire de los motores de 4 tiempos. Así también la ciudad de Lima contribuye con el 64% de las liberaciones de

PCDD/PCDF al aire en esta categoría (ver figura 6.10).

Las regiones con mayor aporte a la liberación de dioxinas y furanos vía aérea corresponden a Lima.

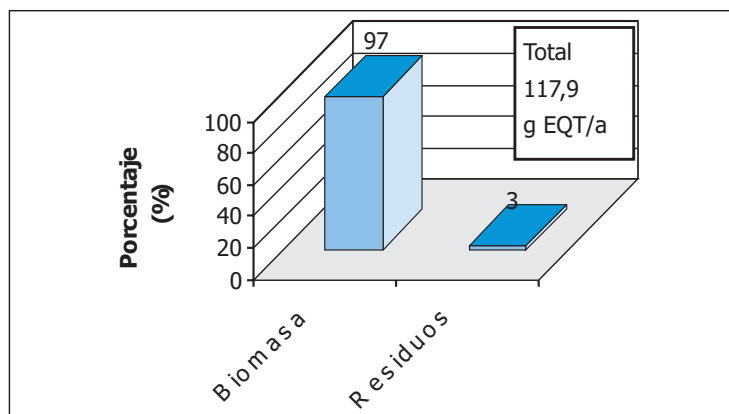
**Figura N° 6.10: Liberación de PCDD y PCDF al Aire. Año Base 2003. Categoría 5.**



En la categoría 6, la quema de biomasa contribuye con el 97% y la quema de los residuos urbanos a cielo abierto contribuye con el 3% (figura 6.11). Por otro lado esta categoría 6 aporta el 43 % de las liberaciones totales de las 9 categorías dentro del ámbito del inventario, esto debido a que el Perú es un país

con grandes extensiones de tierras de aptitud forestal, que es impactada por las prácticas de quema en la agricultura migratoria. Además, por el manejo de los residuos agrícolas principalmente de la caña de azúcar, seguido del algodón y arroz, generan liberaciones de PCDD/PCDF.

**Figura N° 6.11: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 6.**

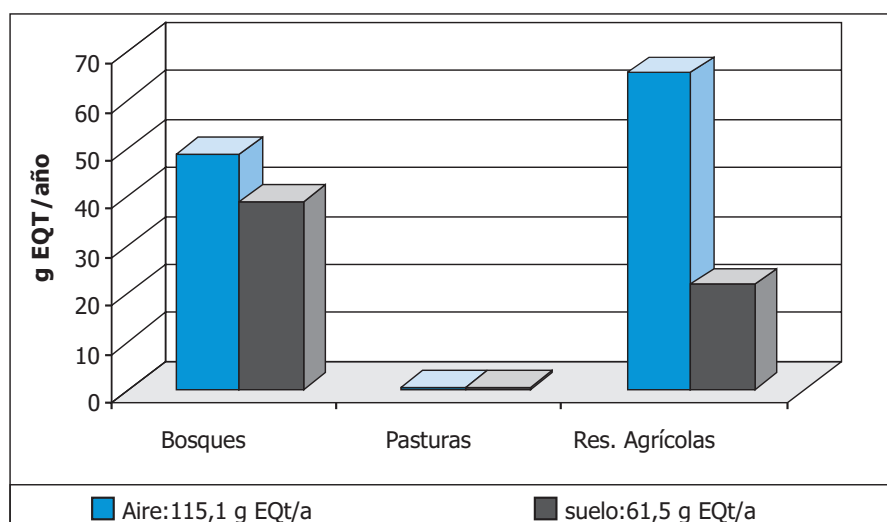


En la figura 6.12 se presentan las liberaciones de PCDD/PCDF para la subcategoría quema de biomasa a cielo abierto, se destaca la quema de los residuos agrícolas con un aporte del 53 %, seguido de la quema de la foresta con un aporte del 39 %. En la quema de los residuos agrícolas destacan a su vez la quema de la caña de azúcar con un aporte mayor del 51% (figura 6.13).

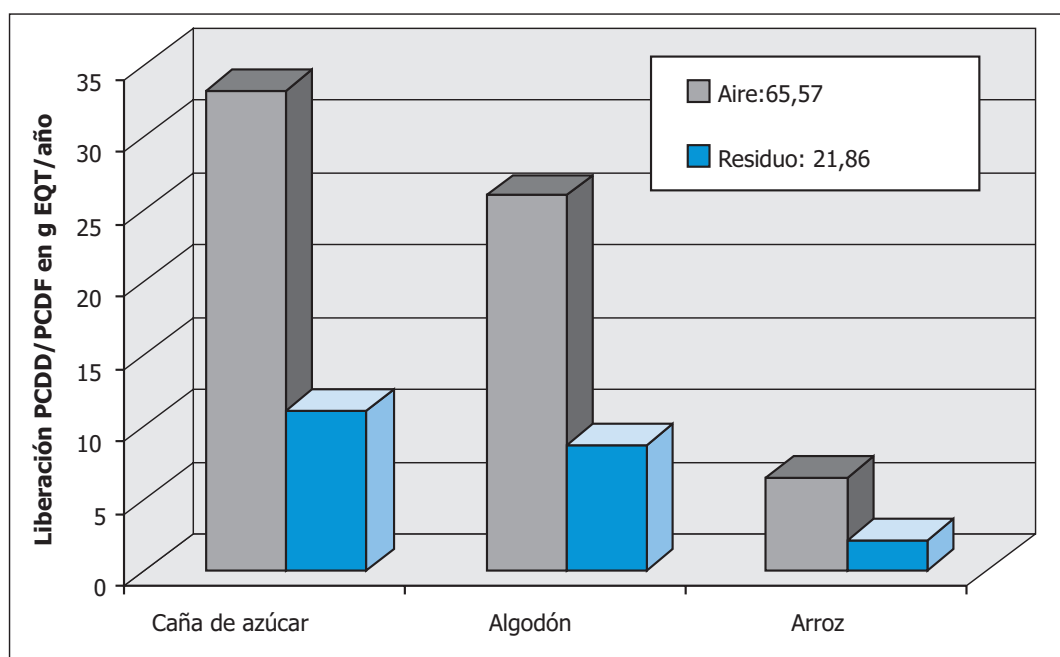
Se debe prestar atención a esta última actividad, teniendo en cuenta los análisis de las cenizas en la caña de azúcar realizadas por MEYER et al (2004), habiendo encontrado 1,2 a 2,9 pg EQT/g de carbono en campo y en el laboratorio halló de 3,7 a 20 g EQT/g de carbono. Entonces cabe resaltar la influencia de los factores externos en las concentraciones de PCDD y PCDF que se generen.



**Figura N° 6.12: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 6. Subcategoría quema de biomasa**



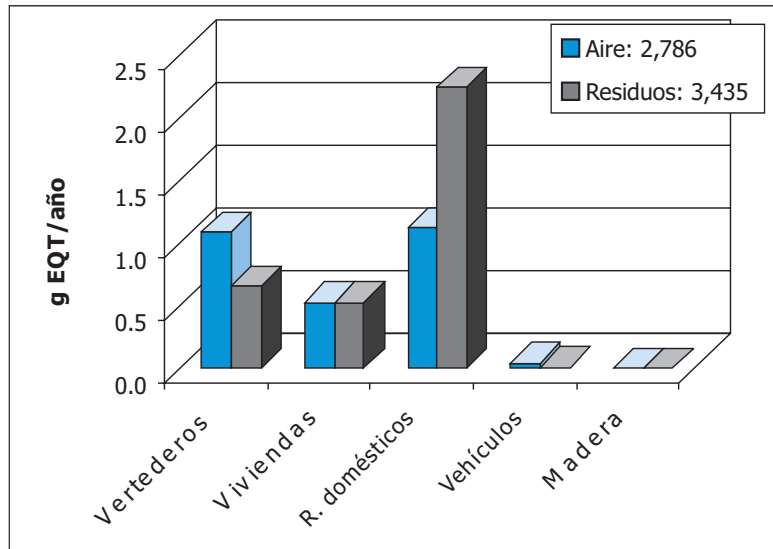
**Figura N° 6.13: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 6. Subcategoría quema de residuos agrícolas**



En la figura 6.14 se presentan graficadas las liberaciones de PCDD/PCDF para la subcategoría quema de residuos, destacan la quema de los residuos domésticos y la quema de residuos en los botaderos, en este último informaron que se quemaban los residuos hospitalarios, en las regiones que no contaban con incineradores. LA RAAA y RAPAL

(2004) tomaron muestras de cenizas en los alrededores del relleno sanitario El Zapallal, y los análisis de PCDD/PCDF arrojan 14 ng EQT/ gramo de ceniza. Se hizo lo propio en el relleno sanitario La Cucaracha habiéndose encontrado 0,19 ng EQT/ gramo de ceniza. A manera de referencia el valor guía de la OMS es de 3 ng/g de PCDD/PCDF.

**Figura N° 6.14: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 6. Subcategoría: Quema de residuos**



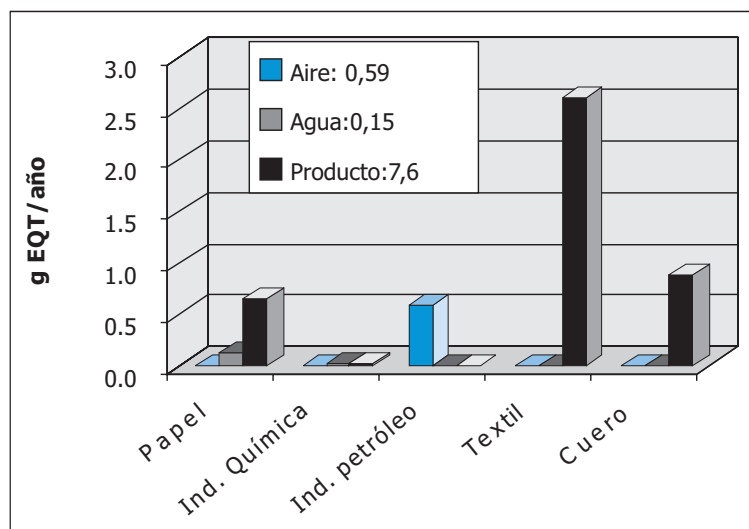
En la categoría 6, Las regiones con mayor aporte a la liberación de dioxinas y furanos vía aérea corresponden a San Martín, Amazonas, Loreto, La Libertad, Ica, Arequipa y Piura, vía residuos destacan las regiones de Arequipa, Piura y Lambayeque.

En la categoría 7, las liberaciones de PCDD/PCDF son insignificantes, pero liberan a tres vías ambientales: producto, agua y aire (ver figura 6.15). Las fábricas textiles contribuyen mayormente dentro de esta categoría una considerable cantidad de liberaciones debido a los químicos que son utilizados en su producción. Es im-

portante señalar que dentro de la legislación peruana existen normas que minimizan el ingreso de productos químicos no permitidos dentro de los procesos de producción (ejemplo pentaclorofenol) pero que ingresan con nombres como pentaclorofenato sódico que tienen similares composiciones químicas. Por otro lado los productos textiles estarían en mayor magnitud en la ciudad de Lima (capital) por cuanto tiene casi el 30 % de la población peruana.

En la categoría 7, las regiones con mayor aporte a la liberación de dioxinas y furanos en los productos corresponden a la región Lima.

**Figura N° 6.15: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 7.**

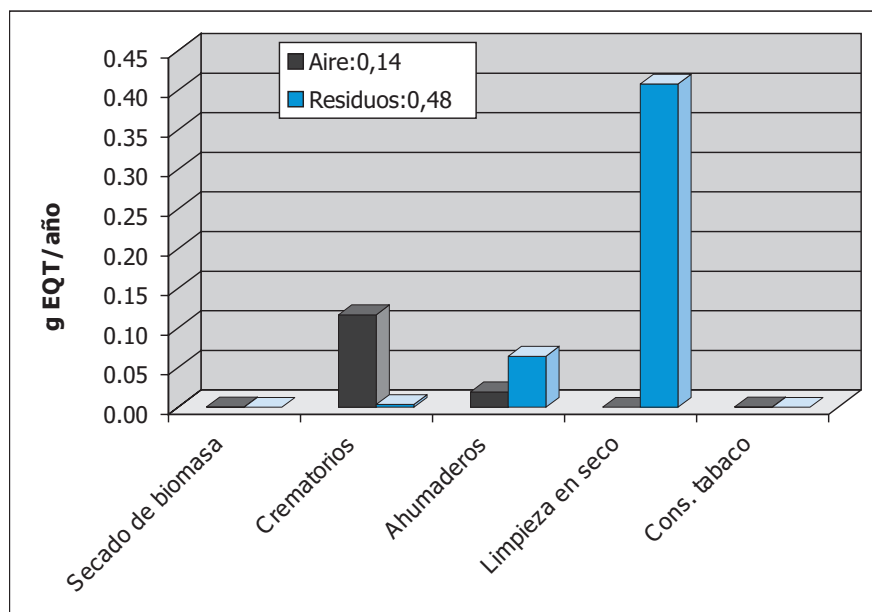


En la categoría 8, las mayores liberaciones corresponden a las cremaciones, aunque en el Perú no es muy frecuente, el número de cremaciones reportadas es suficiente para tenerla como importante dentro de esta categoría. Así mismo, la limpieza en seco produce liberaciones importantes de residuos al medio ambiente. Vale indicar que el secado de biomasa no es de

mucha relevancia en las liberaciones reportadas dentro del año 2003 (ver figura 6.16).

Las regiones con mayor aporte a la liberación de dioxinas y furanos vía aérea corresponden a la región Lima, vía residuos destaca también la ciudad de Lima.

**Figura N° 6.16: Liberación de PCDD y PCDF al Aire y en Residuos. Año Base 2003. Categoría 8.**

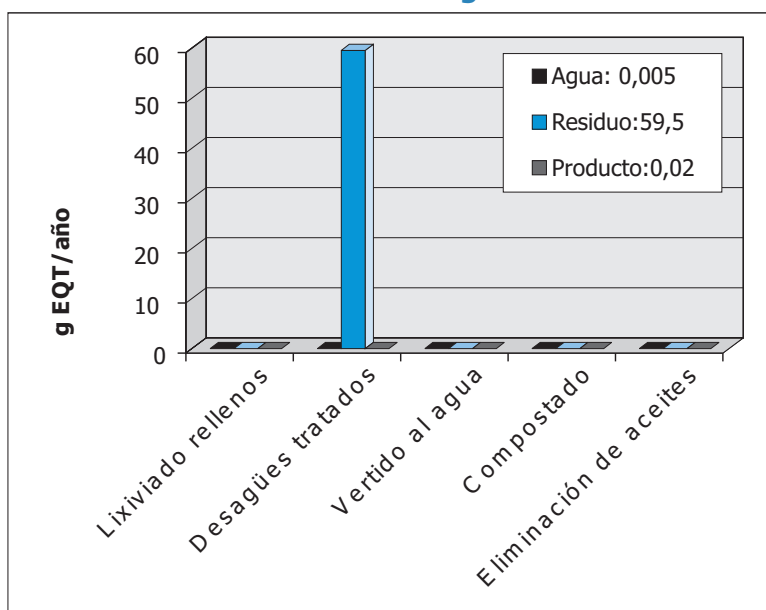


En la categoría 9, las PCDD y PCDF son liberadas en los compartimientos agua, residuo y producto, como se muestra en la figura 6.17. Las liberaciones al agua y en el producto son insignificantes. Se destacan las PCDD/PCDF alma-

cenadas en los lodos (residuos) de las aguas residuales tratadas.

Las regiones con mayor aporte a la liberación de dioxinas y furanos vía residuos corresponden a la ciudad de Lima.

**Figura N° 6.17: Liberación de PCDD y PCDF al Agua, Producto, Residuo. Año Base 2003. Categoría 9.**



6.2. Comparación de los resultados con inventarios nacionales de otros países

De los inventarios de dioxinas y furanos realizados en 17 países europeos (Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Grecia, Francia, Irlanda, Italia, Holanda, Luxemburgo, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza), con factores de emisión por defecto se obtuvieron emisiones totales vía aire de 3 300 g EQT-I/año. Posteriormente, en una evaluación que implicó mediciones en las fuentes principales, este valor aumentó alrededor de los 5 700 g EQT-I/año, que representaba el 90 % del total de las emisiones actuales. De esta manera, se estimaron las emisiones al aire en aproximadamente 6 500 g EQT-I/año. Considerando la superficie de estos países en 3,6 E9 m<sup>2</sup>, se pudo estimar un promedio de 5 pg EQT-I/m<sup>2</sup>\*día, valor que se encuentra dentro de los límites de la norma para

áreas rurales de Alemania (5-20 pg EQT/m<sup>2</sup>\*día).

Haciendo lo propio con los datos obtenidos de Perú, año base 2003, las emisiones vía aire totalizan 193,432 g EQT/año y teniendo en cuenta la extensión del Perú de 1 285 215,6 km<sup>2</sup>, resulta que se habría liberado 0,4 pg EQT/m<sup>2</sup>\*día, que es un valor inferior a los límites normados para áreas rurales de Alemania<sup>1</sup>. Además las liberaciones de dioxinas y furanos son muy inferiores a los 5 pg EQT-I/m<sup>2</sup>\*día que se liberó en los países europeos.

En la tabla 6.2 se presentan las liberaciones de dioxinas y furanos vía aire de 36 países de Europa, inventariados en el año 1990. Al comparar dichos valores con el obtenido para Perú igual a 193,432; puede apreciarse que éste se encuentra casi en un orden menor que la liberación de Francia igual a 1 636 g EQT/año.

**Tabla N° 6.2: Emisiones al aire de PCDD/PCDF de inventarios nacionales de países de Europa. Año 1990.**

País	g EQT/año	País	g EQT/año
Albania	12	Irlanda	44
Austria	85	Islandia	1
Bélgica	616	Italia	563
Bulgaria	154	Lituania	23
Bosnia	7	Luxemburgo	28
Suiza	242	Letonia	14
Chipre	1	Moldava	23
Republica Checa	224	Yugoslavia	5
Alemania	1 196	Países Bajos	505
Dinamarca	71	Noruega	39
España	134	Polonia	359
Estonia	18	Portugal	17
Finlandia	53	Rumania	1 500
Francia	1 636	Rusia	1 412
Reino Unido	881	Eslovenia	6
Grecia	25	Suecia	84
Croacia	13	Ucrania	877
Hungría	167	Servia Montenegro	112

<sup>1</sup> Esta norma ha sido citada por Chile en su publicación “INVENTARIO NACIONAL DE FUENTES EMISIONES DE DIOXINAS Y FURANOS”. También lo utiliza Uruguay. La norma de Alemania establece liberaciones aéreas de dioxinas y furanos hasta 5 pg EQT-I/m<sup>2</sup>\*día para áreas rurales.

Las liberaciones nacionales de PCDD/PCDF de Estados Unidos a todas las vías (excepto productos), fueron aproximadamente 3 000 g EQT/año en 1995 y 11 900 g EQT/año en 1987. La disminución de liberaciones estimadas entre 1987 y 1995 se debió a las reducciones en liberaciones de incineradores municipales y residuos médicos. En ambas categorías, las reducciones han ocurrido producto de una combinación de mejoras en los controles de la combustión y de emisión y del cierre de instalaciones. Como se puede apreciar por la magnitud de los datos de Estados Unidos, éstos superan en más de 15 veces los valores de Perú (193,4 g EQT/año),

Los valores nacionales de las liberaciones de PCDD/PCDF hacia el ambiente de Alemania, México y Uruguay, México, Cuba, Paraguay, Argentina y Chile que se presentan en la Tabla N° 6.3 nos permite compararlos con los resultados del Inventario Nacional de Perú, Año base 2003 igual a 424,09 g EQT/año. Las magnitudes de liberaciones de PCDD/PCDF de México y Cuba correspondientes al año 2000 son algo aproximadas a las de Perú Año base 2003. La magnitud total de las liberaciones de PCDD/PCDF de Argentina es la más alta y supera en 6 veces la de Perú. Puede apreciarse también en la tabla 6.3, que la tendencia de Alemania y de México es a disminuir las liberaciones de PCDD/PCDF.

<b>Tabla N° 6.3: Liberaciones de PCDD/PCDF de inventarios nacionales (1995-2000)</b>				
<b>País</b>	<b>Año 1990 g EQT/año</b>	<b>Año 1995 g EQT/año</b>	<b>Año 2000 g EQT/año</b>	<b>Año 2002* 2003** g EQT/año</b>
Alemania	1 210	290	<70	
Uruguay			28	
México		582	461	
Cuba			319,73	
Paraguay				155,8*
Argentina				2807,9**
Chile				85,608*
Perú				424,09**

Comparando las tasas generación de PCDD/PCDF de Perú igual a 29,92 µg EQT/hab.año y 0,3 mg EQT/km<sup>2</sup>, estas son mayores que las correspondientes de Uruguay del año 2000, de 8,5 µg

EQT/hab.año y 159 µg EQT/km<sup>2</sup>.año, pero son menores que las correspondientes a Argentina que genera una tasa de 29,92 mg EQT/hab.año y 383,03 mg EQT/km<sup>2</sup>.año.

## VII. CONCLUSIONES

### 7.1 De los resultados:

- La generación total de dioxinas y furanos para Perú Año base 2003 es de 424,09 g EQT/a, correspondiendo a una tasa de 29,92  $\mu\text{g}$  EQT/hab.año y 0,3 mg EQT/km<sup>2</sup>.año; resultando las mayores contribuciones hacia el aire (46 %), en los residuos (39%), y en el suelo (14 %). En menor proporción, las liberaciones se identifican en los productos con un aporte del 1,0 % y en el agua con menos del 0,1 %.
- Los aportes a la liberación de dioxinas y furanos al ambiente, en orden descendente corresponden en primer lugar a la categoría “Quema a cielo abierto” que libera 182,8 g EQT/a de PCDD/PCDF, en segundo lugar a la “Producción de Metales ferrosos y no ferrosos” que libera 72,2 g EQT/a de PCDD/PCDF, tercero a la Generación de energía y calefacción que libera 64,0 g EQT/a de PCDD/PCDF, cuarto a la “Disposición final” que libera 59,5 g EQT/a de PCDD/PCDF, quinto a la “Incineración de desechos” que libera 38,6 g EQT/a de PCDD/PCDF, sexto a la “Producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo” que libera 5,0 gEQT/a de PCDD/PCDF, séptimo al “Transporte” que liberan 0,9 g EQT/a de PCDD/PCDF, octavo a “Varios” que liberan 0,6 gEQT/a de PCDD/PCDF y noveno a la “Producción de productos minerales” que liberan 0,456 g EQT/a de PCDD/PCDF.
- Los resultados muestran que las actividades que tienen mayor incidencia con las liberaciones de PCDD/PCDF son las comprendidas en los sectores agricultura, salud e industria, principalmente. En el primero por la quema de biomasa, la cual comprende la quema de las hojas de caña de azúcar, rastrojos de algodón y cascariella de arroz principalmente y además por la elaboración del carbón vegetal; en el segundo, por la quema a cielo abierto de los desechos hospitalarios. En el tercer sector, por la producción de metales ferrosos y no ferrosos de las fundiciones.
- Las emisiones aéreas de PCDD/PCDF totalizan 193,432 g EQT/año; correspondiéndoles una tasa de 0,4  $\text{pg EQT/m}^2\text{*día}$ , que es un valor muy inferior a los límites normados para áreas rurales de Alemania de 5  $\text{pg EQT/m}^2\text{*día}$ .
- Los procesos de quema a cielo abierto representaron el 61% de las liberaciones de dioxinas y furanos hacia el aire, seguido de la producción de metales ferrosos y no ferrosos con un 20% y la incineración de residuos con un 11 %.
- La disposición final en vertederos constituyó la actividad de mayor contribución de las liberaciones totales vía residuos (36 %), seguido de la generación de energía y calefacción que contribuyó con el 31 % de las liberaciones totales hacia esta componente ambiental, el tercer lugar corresponde a la producción de metales ferrosos y no ferrosos con el 20%.
- Las mayores contribuciones de las liberaciones de las dioxinas y furanos en los productos, le corresponde a la categoría de producción y uso de sustancias químicas y bienes de consumo con casi el 100 %.
- La quema de biomasa a cielo abierto contribuye con casi el 100% de las liberaciones de dioxinas y furanos hacia el suelo.
- Las mayores liberaciones de PCDD/PCDF en la incineración de desechos (categoría 1), corresponden a los desechos hospitalarios.
- Las regiones con mayor aporte a la liberación de dioxinas y furanos vía aérea corresponden a la región Lima, Loreto, La Libertad, Lambayeque y Arequipa
- Las regiones con mayor aporte a la liberación de dioxinas y furanos vía residuos corresponden a la región Lima, Ancash, Ica, Arequipa, Cajamarca, Puno y Cusco.
- Las regiones con mayor aporte a la liberación de dioxinas y furanos vía producto corresponden a la ciudad de Lima, La Libertad y Arequipa.
- De la información recopilada, se puede señalar que entre los principales puntos calientes en Perú se encuentran las áreas de almacenamiento de cloro de empresas

importadoras y distribuidoras así como los almacenes de la Industria química Quimpac S.A. que fabrica cloro; los sedimentos ubicados a orilla de las desembocaduras de los ríos de la costa peruana, principalmente del río Rimac; los grandes rellenos sanitarios entre los que podemos citar a Portillo Grande en Lurín y El Zapallal en Carabayllo, ambos ubicados en la ciudad de Lima; junto con las instalaciones de las empresas de generación y distribución de energía eléctrica que tienen en sus almacenes equipos en desuso que podrían contener PCB.

## 7.2 Del proceso metodológico:

- La realización del Inventario nacional de liberaciones de dioxinas y furanos ha generado acciones positivas de los actores involucrados tanto del sector público como del sector privado, habiéndose conformado el Sub Comité Nacional de Coordinación de Dioxinas y Furanos, lo cual ha permitido fortalecer las capacidades nacionales a través de la capacitación de los involucrados, habiendo propiciado una participación activa, relevante para las futuras actividades del Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo.
- La guía para el desarrollo del inventario (Toolkit) propuesta por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA (2005) es de fácil entendimiento, con ejemplos prácticos, que ha permitido identificar y cuantificar de manera práctica, las emisiones de PCDD/PCDF, mediante la aplicación de factores de emisión, que si bien se sustentan en realidades de países desarrollados, han sido viables su aplicación en nuestro país.
- La realización del inventario ha significado la internalización de la temática referente a las PCDD/PCDF en las instituciones ligadas al Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y las Direcciones Regionales de Salud en todas las regiones ámbito del inventario nacional, de manera que ha sensibilizado y despertado el interés de los representantes de las DESAs, habiendo la convicción de realizar actividades de vigilancia y control de las fuentes generadoras de PCDD/PCDF en el sector salud.



## VIII. RECOMENDACIONES

- Como estrategia de trabajo a futuro, se recomienda que las principales líneas de trabajo a desarrollar en el ámbito nacional, se concentren en actividades como la mitigación de la quema a cielo abierto, disminución de emisiones de las fundiciones metálicas y la adecuada gestión de residuos, a través de la ejecución de acciones que tengan un carácter predominantemente precautorio y estén enfocadas como primera opción, a la prevención de la generación de PCDD/PCDF en la propia fuente, a partir de la adopción de mejores prácticas ambientales (BEP) y de mejores técnicas disponibles (BAT).
- Propiciar investigaciones, para determinar factores de emisión específicos para algunas actividades adecuadas a nuestra realidad que permitan estimar las liberaciones de dioxinas y furanos. Es este el caso de los envases de agroquímicos que luego de su uso son quemados en los campos de cultivo, a cielo abierto o el caso de la elaboración de carbón de leña, entre otros.
- Ampliar las categorías de Toolkit del PNUMA con actividades y procesos específicos, asignándoles factores de emisión propios para esas actividades que deben ser desarrollados a través de nuevas investigaciones. Son los casos de la quema a cielo abierto de las drogas incautadas, las actividades de servicios como polle-rías, saunas, entre otros.
- Realizar análisis de dioxinas y furanos referentes a actividades o procesos identificados en el Toolkit del PNUMA, de los cuales no se cuenta con factores de emisión propios (ejemplo, producción de cerámica), que permita obtener con precisión las emisiones de dioxinas y furanos.
- Desarrollar investigaciones que permita identificar nuevas fuentes generadoras de PCDD/PCDF.
- Proponer un marco normativo adecuado y viable para limitar actividades generadoras de PCDD/PCDF principalmente la quema a cielo abierto, con la finalidad de disminuir las emisiones de estas sustancias.
- Propiciar el establecimiento y/o rehabilitación de sistemas de tratamiento y/o dispositivos de depuración de emisiones de material particulado, lo que contribuirá a disminuir los niveles de liberación que no haya sido posible alcanzar, con la aplicación de medidas de carácter preventivo.
- Asegurar que se continúe recopilando información necesaria para estimar las magnitudes de las liberaciones de dioxinas y furanos durante la implementación del Plan Nacional.
- Dada la importancia de la quema de biomasa en la contribución de las liberaciones de dioxinas y furanos en el presente Inventario nacional, para la actualización del mismo se deberá tomar en cuenta otras fuentes de información incluyendo la satelital, lo que evitará subestimaciones por la escasez de información a nivel nacional.
- Priorizar y realizar talleres de información y sensibilización a la población en general sobre la generación las dioxinas y furanos en los procesos de quema a cielo abierto y en la disposición final de residuos, a fin de que conozcan los riesgos de exposición a estas sustancias tóxicas que se generan en dichas actividades.
- Actualizar las estimaciones de las fuentes, mediante la recopilación de información en una red de sistematización ambiental.
- Promover la introducción del concepto de producción más limpia en el sector de la salud, a fin de garantizar una menor generación de desechos hospitalarios y un mejor manejo de los mismos, incluyendo la evaluación de las capacidades de incineración existentes, a los efectos de establecer las opciones necesarias para mejorar las condiciones de operación y control durante los procesos de incineración de este tipo de desechos.
- El sector salud debe de caracterizar los desechos hospitalarios generados en cada centro de salud, con la participación del personal de logística y el personal de limpieza. Asimismo, deberán identificar las

rentes tipos de desechos, a fin de reducir la generación de los mismos.

- Sería importante, que el PNUMA en el Toolkit, incluya un acápite sobre el manejo de las incertidumbres en la estimación de las liberaciones de dioxinas y furanos tanto en la obtención de los da-

tos como en la aplicación de los factores de emisión.

- Promover talleres de sensibilización y capacitación sobre la adecuada gestión de los residuos peligrosos dirigidos a la población en general.

## IX. REFERENCIAS

- BENAVIDES, LIVIA; VILLENNA, JORGE; IRRIBARRÉN, PERCY. (1994): Informe de validación del INVENT; proyecto de calibración del modelo predictivo INVENT. Repidisca 24659 - MRS/6300/C44/028510. Lima; CEPIS, 100 p.
- FAO (2003): Forest Resources Assessment Tropical Countries Forestry.
- FEARNSIDE, P. (1987): Biomass of Brazil's Amazon forest. An Improvement estimate for assessing the green house impact of deforestation.
- GOMERO LUIS; MONTORO YMELDA y CALDAS CARMEN (2000): Diagnóstico sobre el uso, manejo e impactos de los plaguicidas y otras sustancias tóxicas de uso doméstico en zonas urbano - marginales de Lima, Huancayo y Pucallpa. Editado por GTZ/REPAMAR.
- INSTITUTO DEL AZÚCAR DEL PERÚ (2001): CENICAÑA Informe Anual 2001.
- LIU, P, -Y; ZHENG, M,-H; XU, X, -B (2002): Phototransformation of polychlorinated dibenzop-dioxins from fotolysis of pentachlorophenol on soils surface. Chemosphere 46, 1191-1193.
- MCKAY, G (2002): "Dioxin characterization, formation and minimization during municipal solid waste (MSW) incineration review". Chemical Engineering Journal 86: 343-368.
- MINISTERIO DE SALUD (1999): Administración de Residuos Sólidos Hospitalarios, Lima, Perú. DIGESA
- MINISTERIO DE SALUD (1998): Análisis Sectorial de Residuos Sólidos Perú, Lima, Perú. DIGESA
- PNUMA (1999): Inventarios de Dioxinas y Furanos, Emisiones Nacionales y Regionales de PCDD/PCDF, Productos Químicos, PNUMA, Ginebra, Suiza.
- PNUMA, 2da Edición, Febrero de 2005: Instrumental normalizado para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos. PNUMA, Productos Químicos, Ginebra, Suiza.
- PROCLIM (2005): Inventario Nacional de los gases de invernadero procedentes del sector Producción. Perú. Año Base 2000.
- Velásquez A. y Gomero L. (2004): Las Dioxinas: Evaluación del nivel de toxicidad en la incineración de los desechos urbanos en Lima. RAAA y RAPAL.
- US-EPA (2000): Exposure and Human Health Reassessment of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxin (TCDD) and Related Compounds. Part I: Estimating
- EPA/600/P-00/001Bb, (September 2000): Exposure to Dioxin-Like Compounds - Volume 2: Sources of Dioxin-Like Compounds in the United States. Draft Final Report. Washington, D.C., USA.
- WHO (1989) Polychlorinated Dibenzop-para-dioxins and Dibenzofurans, Geneva.

### Documentos consultados:

- Compendio Estadístico 2003. Sistema Nacional de Estadística (INEI).
- Compendio Estadístico 2005. Sistema Nacional de Estadística (INEI).
- Perú en Números 2003. (Instituto Cuanto).
- El Medio Ambiente en el Perú Año 2000 (Instituto Cuanto).
- Anuario Estadístico de Energía 2003. Ministerio de Energía y Minas.
- Anuario Estadístico de Minería 2003. Ministerio de Energía y Minas.
- Perú Forestal en Números Año 2003. Instituto Nacional de Recursos Naturales - Ministerio de Agricultura.
- Anuario Estadístico Año 2003 - Oficina General de Tecnología de la Información y Estadística - Ministerio de la Producción.
- Balance de Energía 2003 - Ministerio de Energía y Minas.
- Compendio Estadístico 2003 de Emergencias. Instituto Nacional de Defensa Civil.

### Fuentes de Información Gubernamentales

- Instituto Nacional de Estadística - Oficina de Estadísticas Ambientales.

- Ministerio de Agricultura- Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) - Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA).
- Ministerio de Energía y Minas.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de la Producción - Oficina de Prevención de la Contaminación.
- Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT).
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).
- Instituto Nacional de Salud / Ministerio de Salud.
- Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA)/Ministerio de Agricultura.
- Consejo Nacional del Ambiente (CONAM).
- Dirección de Capitanías y Guardacostas (DICAPI).

#### Autoridades Locales

- Municipalidad de Lima Metropolitana.

#### Direcciones de Salud

- Dirección de Salud IV Lima Este.
- Dirección de Salud V Lima Ciudad.
- Dirección de Salud III Lima Norte.
- Dirección de Salud II Lima Sur.
- Dirección de Salud I Callao.
- Dirección Regional de Salud Ancash.
- Dirección Regional de Salud Piura.
- Dirección Regional de Salud Cajamarca.
- Dirección Regional de Salud La Libertad.
- Dirección Regional de Salud Arequipa.
- Dirección Regional de Salud Moquegua.
- Dirección Regional de Salud Pasco.
- Dirección Regional de Salud Junín.
- Dirección Regional de Salud Loreto.

#### Asociaciones

- Sociedad Nacional de Industrias (SNI).
- Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE) -Comité de Asuntos Ambientales.
- Sociedad Nacional de Pesquería (SNP).
- Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM).

#### Otras fuentes

- Compañía Nacional de Bomberos.
- Red de Acción en Agricultura Alternativa (RAAA).
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG).

**RELACION DE REPRESENTANTES DEL SUB COMITÉ NACIONAL DE COORDINACIÓN DE DIOXINAS Y FURANOS**

<b>N°</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>TITULO</b>	<b>REPRESENTANTE</b>
1	DESCON S. A. C.	Sr.	KARL BAETHGE CABRERA (TITULAR)
2	CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.	Ing.	VÍCTOR GRANADOS RIVAS (TITULAR)
		Ing.	JORGE UYÉN MONTOYA (ALTERNO)
3	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	Dra.	NADIA GAMBOA FUENTES (TITULAR)
4	MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES	Ing.	CARMEN TAZZA MARIN (ALTERNO)
5	RED DE ACCIÓN EN AGRICULTURA ALTERNATIVA (RAAA)	Señor	LUIS GOMERO OSORIO (TITULAR)
		Ing	MILAGROS TAZZA (ALTERNO)
6	SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA	Sra.	ANA MARCA CUETO (TITULAR)
		Sr.	EUGENIO PACSI GUILLÉN (REEMPLAZANTE)
7	MINISTERIO DE PRODUCCIÓN MEDIO AMBIENTE DE INDUSTRIA	Sr.	EDGAR PORRAS ROBLES (TITULAR)
		Sr.	YURI SANTACRUZ ORÉ (ALTERNO)
8	INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL	Ing.	AMELIA CAMACHO GONZÁLES
		Arq.	MERCEDES DE GUADALUPE MASANA GARCIA (REEMPLAZANTE)
9	SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA	Ing.	GENARO LIRA CORDERO (TITULAR)
		Ing.	MIGUEL PORTOCARRERO BERROCAL (ALTERNO)
10	SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA, PETRÓLEO Y ENERGÍA	Blgo.	CARLOS ARANDA ARCE (TITULAR)
11	INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ	Dra.	GUADALUPE SÀNCHEZ RIVAS (TITULAR)
		Ing.	RITA CABELLO TORRES (ALTERNO)
12	SOCIEDAD NACIONAL DE PESQUERÍA	Ing.	SAYDA HUARANCA HUAMAN (TITULAR)
		Ing.	NEY RIVERA
13	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRARIA	Ing.	JORGE VELAPATÍÑO FLORES (TITULAR)
14	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA	Mg.	ALEJANDRO VILCHEZ DE LOS RÍOS (TITULAR)
		Srta	ELIANA QUISPE CALMET (ALTERNO)
13	MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DIRECCIÓN DE ASUNTOS AMBIENTALES MINEROS	Ing.	LEONOR MENDEZ
14	MINISTERIO DE PRODUCCIÓN DIRECCIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE PESQUERÍA	Ing.	PEDRO SERRANO SUAREZ (TITULAR)
15	INSTITUTO NACIONAL DE SALUD	Blgo	GEORGE OBREGON BOLTAN
		Q.F.	NELLY ARANGO OSCO
16	SOCIEDAD NACIONAL DE INDUSTRIA	Sra.	CECILIA ROSELL (TITULAR)
		Sr.	JAVIER ECHEGARAY CEVALLOS(ALTERNO)
17	DIRECCIÓN DE CAPITANÍAS Y GUARDACOSTAS	Teniente Primero SGC	JULIO CANEPA RIVERA (TITULAR)
		Ing.	JOSÉ SANDOVAL ROJAS (ALTERNO)

N°	INSTITUCIÓN	TITULO	REPRESENTANTE
18	CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE	Ing.	RAÚL ROCA PINTO (TITULAR)
		Srta.	MILAGROS VERASTEGUI SALAZAR(ALTERNO)
19	INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES	Blga	RAQUEL SOTO TORRES (TITULAR)
		Ing.	RAFAEL MILLÁN GARCÍA(ALTERNO)
22	DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD PASCO	Ing.	ELSA DE LA TORRE TAPIA(TITULAR)
23	DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD MOQUEGUA	Ing.	ROSARIO ARAOZ CHÁVEZ(TITULAR)
24	DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA	Ing.	JHONNY MURRUGARRA BARDALES (TITULAR)
25	DIRECCIÓN DE SALUD V LIMA	Ing.	ELMER ALIAGA ROJAS(TITULAR)
		Ing.	MELI MILDRET HILARIO VILLEGAS(ALTERNO)
26	DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD LA LIBERTAD	Señor	FELIX SÁNCHEZ MONSALVE(TITULAR)
27	DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD JUNÍN	Ing.	RICARDO RAFAEL HINOSTROZA(TITULAR)
28	DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD PIURA	Ing.	MIGUEL IGNACIO TORRES CARRASCO (TITULAR)
29	DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD	Ing.	CARLOS POMA VILLAFUERTE(TITULAR)
30	DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD AREQUIPA	Lic.	ZACARIAS MADARIAGA COAQUIRA
31	DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD LORETO	Ing.	ELVIS RICARDO SANDOVAL ZAMORA (TITULAR)
32	DIRECCIÓN DE SALUD I CALLAO	Ing.	WEIDI FLORES VILLANUEVA
		Ing.	SANTIAGO RAMÍREZ LAZO
33	DIRECCIÓN DE SALUD III LIMA NORTE	Ing.	VIOLETA BULEJE CABRERA
		Blgo	RICARDO MORALES BASCONES
34	DIRECCIÓN DE SALUD IV LIMA ESTE	Qco.	INAUDIO MAURICIO GIRON
		Blgo	JORGE MUCHA CHUQUIRACHI
35	DIRECCIÓN DE SALUD II LIMA SUR	Ing.	ALBERTO MILLA HERNANDEZ
		Bach.	FREDDY HUARCAYA PALOMINO
36	ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA	Ing.	MERCEDES PRIALE PEÑAFLORES(TITULAR)
		Ing.	MILAGROS PACHECO (ALTERNO)
37	MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA	Dr.	JAVIER LLAMOZA JACINTO(TITULAR)
		Ing	PERCY BAUTISTA CORNEJO(ALTERNO)
38	SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO	Dra.	BETTY CHUNG
			RODOLFO VICETTI
39	UNIVERSIDAD FEDERICO VILLARREAL	Dr.	JORGE LESCANO
40	DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL	Ing.	VILMA MORALES (TITULAR)
		Ing.	DOMITILA BRIONES (ALTERNO)





Para más información

Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA - Dirección de Insumos Agropecuarios e Inocuidad Agroalimentaria, teléfono 00511 3133300, <http://www.senasa.gob.pe>

Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA - Dirección de Ecología y Protección del Ambiente, teléfono 00511 4400399, <http://www.digesa.minsa.gob.pe>

Consejo Nacional del Ambiente - CONAM - Dirección de Calidad Ambiental y Recursos Naturales, teléfono 00511 2255370-224, <http://www.conam.gob.pe>

PNI COP PERÚ <http://www.copsperu.org.pe>

