

**DIRECCION DE CALIDAD AMBIENTAL  
PROYECTO PILOTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES PARA EL  
DESARROLLO DE UN INVENTARIO DE MERCURIO**

**INFORME PRELIMINAR**

**“ANÁLISIS SITUACIONAL SOBRE LA GESTIÓN DEL MERCURIO EN LA REPÚBLICA  
DOMINICANA E INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE MERCURIO”**

**Con la cooperación de  
INSTITUTO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA FORMACIÓN  
PROFESIONAL Y LA INVESTIGACIÓN (UNITAR)  
AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LOS ESTADOS  
UNIDOS (USEPA)**



**JUNIO 2010**

## INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION.....	4
2. OBJETIVOS.....	4
3. ALCANCE.....	5
4. ANÁLISIS SITUACIONAL SOBRE LA GESTIÓN DEL MERCURIO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA.....	5
4.4 LEGISLACIÓN EXISTENTE Y RESPONSABILIDADES INSTITUCIONALES RELATIVAS A LA GESTIÓN DEL MERCURIO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA.....	8
5. INVENTARIO DE EMISIONES DE MERCURIO EN LA REPÚBLICA DOMICANA....	12
La siguiente grafica muestra los porcentajes de liberación hacia los medios, en donde el suelo representa el medio de mayor impacto con un 54.12 por ciento de las liberaciones, el aire con un 35.52 por ciento, el agua con un 8.81 por ciento, desechos con 1.53 por ciento y los productos con 0.01 por ciento correspondientes a las emisiones totales liberadas a los medios.....	16
5.2 Subcategorías importantes por fuentes.....	16
5.3 Datos Faltantes.....	17
5.4. Cuantificación de liberaciones de mercurio por Subcategoría de fuente.....	17
5.4.1. Extracción y uso de combustible.....	17
5.4.1.1 Combustión de carbón en grandes centrales de energía.....	17
5.4.2 Aceites minerales- extracción, refinación y uso.....	18
5.4.2.1 Refinación de combustible.....	18
5.4.2.2 Usos de Combustibles en Generadoras Eléctricas.....	20
5.4.2.3 Combustión de Gas Natural.....	22
5.4.2.4 Energía a base de quema de biomasa y producción de calor.....	23
6. 2 Producción primaria (virgen) de metales.....	27
6.2.1 Extracción y procesamiento inicial de oro mediante procesos distintos de la amalgamación de mercurio.....	27
6.2.2. Extracción y procesamiento de metales no ferrosos.....	29
6.3. Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio.....	29
6.3.1 Producción de cemento.....	29
6.3.2 Producción de pulpa y papel.....	32
6.3.3 Producción de cal y hornos de agregados ligeros.....	32

6.4. Productos de consumo con uso deliberado de mercurio.....	35
6.4.1 <i>Termómetros con mercurio</i> .....	35
6.4.2 <i>Fuentes de Luz con mercurio</i> .....	36
6.4.3 <i>Pilas que contienen Mercurio</i> .....	38
6.5 Otros usos deliberados en productos/procesos .....	39
6.5.1 <i>Amalgamas dentales de mercurio</i> .....	39
6.5.3 <i>Químicos y equipos de laboratorios</i> .....	39
6.5.4 <i>Uso de metal mercurio en rituales religiosos y medicina tradicional</i> .....	40
6.6 Incineración de desechos .....	42
6.6.1 <i>Incineración de desechos municipales/generales</i> .....	42
6.6.2 <i>Incineración de desechos peligrosos</i> .....	42
6.6.3 <i>Incineración de desechos médicos</i> .....	43
6.6.4 <i>Incineración informal de desechos</i> .....	44
6.7. Disposición de desechos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales .....	44
6.7.1 <i>Rellenos sanitarios/depósitos controlados</i> .....	44
6.7.2 <i>Vertederos informales de desechos</i> .....	46

## **1. INTRODUCCION**

El Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en su 22a sesión en febrero de 2003, hizo un llamado a iniciar acciones nacionales, regionales y globales, tan pronto como fuera posible, con el objetivo de reducir los riesgos presentados por el mercurio para la salud humana y el ambiente e instando a todos los países adoptar medidas. En este mismo año la República Dominicana inició un Programa con acciones concretas relacionadas al tema de mercurio. La primera acción fue la conformación de un comité nacional en donde participan instituciones del sector público y privado, la industria y el sector técnico (Universidades) con el objetivo de dar seguimiento al mandato de dicha decisión.

Un análisis situacional sobre la gestión del mercurio en el país, una evaluación de capacidades y un Inventario de Emisiones de Mercurio se han desarrollado bajo el proyecto para el Fortalecimiento de Capacidades para el Desarrollo e Institucionalización de un Inventario de Emisiones de Mercurio, el cual forma parte de una iniciativa con el apoyo de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA) y el Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional, (UNITAR), en colaboración a la Alianza Mundial sobre el Mercurio en Productos, auspiciada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (PNUMA), y el resultado del inventario también será un aporte a la realización del proyecto de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) tanto a nivel nacional como regional.

El Análisis Situacional incluye información sobre aspectos legales, administrativos y prácticos relacionados al mercurio y su gestión, puede ser utilizado en el fortalecimiento de capacidades para el desarrollo e institucionalización de inventarios de emisiones de Mercurio en el país.

Esta información es una condición necesaria para la preparación e implementación de políticas ambientales efectivas, así como para informar a la población sobre los potenciales riesgos ambientales. La integración del inventario de mercurio dentro de un RETC nacional permitirá la institucionalización del reporte de emisiones en el país. El cual promueve la protección ambiental y el desarrollo sostenible eficiente, ya que los registros han probado ser una herramienta efectiva a nivel mundial para la recolección y diseminación de datos sobre emisiones y transferencias de productos químicos.

## **2. OBJETIVOS**

Cuantificar las emisiones de mercurio derivadas de los procesos (industriales y de otros tipos) que utilicen o emitan este contaminante.

Generar información para el (RETC) a nivel nacional y la contribución al diseño de un RETC en la región.

Obtener información de base para la elaboración de una Estrategia de Gestión de Riesgos Mercurio en relación a la protección de la salud humana y el ambiente.

### **3. ALCANCE**

El presente inventario inicia con la identificación de las fuentes de mercurio a nivel nacional, sugeridas por el Instrumental del PNUMA y concluye con la Cuantificación de Liberaciones de Mercurio y siguiendo las fuentes identificadas en el Análisis de Situación sobre la Gestión de Mercurio en la República Dominicana.

## **4. ANÁLISIS SITUACIONAL SOBRE LA GESTIÓN DEL MERCURIO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA**

### **4.1 Geografía y población**

#### **Geografía**

La Isla Hispaniola, es la segunda en extensión de las Antillas Mayores, es compartida por dos países: la República de Haití localizada en el tercio oeste con 27,686 km<sup>2</sup> y la República Dominicana con una extensión de 48,730 km<sup>2</sup> en los dos tercios orientales restantes. La isla se encuentra entre los 17°36' y 19°58' de Latitud N y los 68°18' y 71°45' de Longitud.

El territorio de la República Dominicana tiene forma de triángulo, cuya base corresponde a la frontera dominico - haitiana. Su perímetro irregular es de unos 1,648 km, del cual 1,288 km corresponden a costas y 360 km a la frontera. De los 48,730 km<sup>2</sup> del espacio geográfico dominicano, 48,380 km<sup>2</sup> están ocupados por tierra firme y 350 km<sup>2</sup> por aguas interiores. El espacio terrestre de la Isla se amplía con el de varios cayos e islotes, como las Islas Saona (111 km<sup>2</sup>), Beata (47 km<sup>2</sup>) y Catalina (16 km<sup>2</sup>) entre las mayores. El espacio acuático comprende varias lagunas interiores, como el Lago Enriquillo (265 km<sup>2</sup>) el mayor del país y las lagunas costeras Rincón (47 km<sup>2</sup>) y Oviedo (28 km<sup>2</sup>).

Cuatro cordilleras principales recorren el país: la Cordillera Septentrional, paralela a la costa norte; la Cordillera Central, con un ancho promedio de 80 Km. que ocupa la mayor superficie de la parte central del país (Pico Duarte, 3,175 m) y dos cadenas menores: la Sierra de Neiba y la Sierra de Bahoruco, situadas en el suroeste y continuación de las principales cordilleras haitianas y la Cordillera Oriental o Sierra del Seybo. Estas cordilleras delimitan tres valles principales: Cibao, San Juan y la cuenca del Enriquillo. El primero se sitúa entre las Cordilleras Septentrional y Central, el segundo entre la Cordillera Central y la Sierra de Neiba y finalmente el tercero entre las Sierras de Neiba y de Bahoruco. La Planicie Costera del Caribe (entre la Cordillera Oriental y el Mar Caribe) es el más extenso e importante, formado por terrazas de 10 a 40 km de ancho. El punto más bajo del país está en el Lago Enriquillo (46 m bajo el nivel del mar) y el más alto en el Pico Duarte (3,175 m de altura).

A la zona costera drenan las aguas de 108 redes fluviales independientes, agrupadas en unas treinta y nueve cuencas y regiones hidrográficas, con una disponibilidad de agua superficial de unos 20,000 millones de m<sup>3</sup>/año. La disponibilidad de agua subterránea está

entre 1,550 a 1,660 millones de m<sup>3</sup>/año (dato de la Subsecretaría de Suelos y Aguas / SEMARENA). De éstas, se consideran grandes cuencas fluviales las de los Ríos Artibonito, Yuna, Ozama, Yaque del Norte y Yaque del Sur.

El instrumento legal sobre el cual está cimentada la división territorial dominicana es la Ley No. 5220, del 21 de septiembre de 1959, la cual ha sufrido diferentes modificaciones. Al momento del VIII Censo Nacional de Población y Vivienda 2002 el país contaba con 31 provincias y un Distrito Nacional, 127 municipios, 98 distritos municipales, 917 secciones, 11,469 parajes y nueve regiones. Las ciudades principales son Santo Domingo de Guzmán, capital del país.

El VIII Censo Nacional de Población y Vivienda registró en el país durante el año 2002 una población de 8, 562,541 habitantes, con 4, 265,215 hombres y 4, 297,326 mujeres para un índice de masculinidad de 0.99. La proyección de la población hacia el año 2050 es de 13, 176,592 habitantes, con 6, 496,161 hombres y 6, 680,431 mujeres. La República Dominicana es un país que se encuentra en una etapa de plena transición demográfica, presentando una fecundidad moderada y baja mortalidad. Esta particularidad se resume en una población con crecimiento moderado y con una estructura por edades predominantemente joven, pero con tendencia al envejecimiento, según revela una tasa de crecimiento ínter-censal de 3.6% entre 1950-1960 a 1.8%, entre los censos de 1993-2002. Esto se debió principalmente a la reducción de la tasa de fecundidad, que pasó de 7.5 hijos por mujer en la década del sesenta a 3.0 al finalizar el milenio. La densidad poblacional es de 194 habitantes por kilómetro.

#### **4.2 Perfil político**

La República Dominicana tiene un sistema de gobierno democrático, republicano, civil y representativo. Su tipo de Estado es unitario. La Constitución de la República incluye el principio de la separación de los poderes del Estado, estableciéndose tres: Ejecutivo, Legislativo y Judicial.

El Poder Ejecutivo reside en la Presidencia de la República, la cual es integrada por el Presidente y el Vice-presidente, electos por voto popular y directo para un período de cuatro años. El Presidente es asistido en el cumplimiento de sus funciones por Secretarios de Estados y otros funcionarios públicos, escogidos por él (Sub-secretarios de Estados, Directores Generales, Administradores Generales, Superintendentes, etc.), y todos en conjunto conforman la administración pública.

#### **4.3 Compromisos y obligaciones internacionales del país**

La República Dominicana ha sido activa en la suscripción y ratificación de convenios y tratados multilaterales relacionados con la protección ambiental. De todos los acuerdos en los que el país participa, más del 50% ha sido suscrito y/o ratificado en la última década, lo que demuestra su compromiso y esfuerzo para alcanzar las metas del desarrollo sostenible.

Los Convenios internacionales de los cuales la República Dominicana es parte son:

- Convenciones del Mar Territorial y la Zona Contigua, Alta Mar, Pesca y Conservación de los Recursos Vivos en Alta Mar y la Plataforma Continental. Convención sobre

Mar Territorial y Zona Contigua. Resolución 300 de 1964. Aprobado por la Resolución No. 542 de 1973. Gaceta Oficial No. 9312 del 8 de septiembre de 1973.

- Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias. Resolución 542-73 del 27 de agosto del 1973. Gaceta Oficial No.9312 de fecha 8 de septiembre de 1973.
- Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños Causados por la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos y su anexo. Resolución 108-74, de fecha 20 de diciembre del 1974. Aprobado por la Resolución No.209 de 1998. Gaceta Oficial No. 9987 de 1998.
- Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Resolución 550-82, del 17 de junio de 1982.
- Protocolo Relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas (SPAW) del Convenio para la Protección y Desarrollo del Medio Marino en el Gran Caribe 1990. Fecha de adopción del Protocolo: 18 de enero de 1990. El 11 de junio de 1991 se adoptan sus anexos.
- Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y su Protocolo de Montreal. Aprobado por la Resolución No.59-92 del 8 de abril de 1992, Gaceta Oficial No. 9852 del 15 de enero de 1993
- Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica. Resolución 25-96, del 2 de octubre de 1996. Gaceta Oficial No. 9936 de fecha 15 de Octubre de 1996
- Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por la Sequía Grave o Desertificación, en particular en África. Resolución 99-97, del 10 de junio de 1997.
- Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible (ALIDES). Declaración de la República Dominicana del 6 de noviembre del 1997/ No vinculante
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Resolución 182-98, del 18 de junio de 1998.
- Convenio de Cartagena para la Protección y Desarrollo del Medio Marino en el Gran Caribe. Resolución 359-98 del 15 de julio de 1998.
- Convenio de Naciones Unidas sobre Desechos del Mar Jamaica, 1982. Resoluciones y Gaceta Oficial. El instrumento de ratificación fue depositado en 10 de julio de 2009.
- Convenio Internacional para la Prevención de Descargas de Desechos por Buques (MARPOL 73/78). Resolución 247-98 de 1998. Aprobado por la Resolución No. 141-01. Gaceta Oficial No. 10099 de fecha 24 de julio del 2001.
- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación. Resolución 10-03-00 del 10 de junio del 2000. Aprobada por la Resolución No. 14 del 2000. Gaceta Oficial No. 10040 del 31 de marzo del 2000

- Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR). Resolución 177-01 de fecha 8 de noviembre del año 2001. Gaceta Oficial No. 10109 de fecha
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático suscrito en Kyoto. Ratificado por la Resolución 141-01 de 2001. Asentimiento el 12 de febrero del 2002 (Ac) entró en vigor el 16 de febrero del 2006.
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. Protocolo de Tegucigalpa del 13 diciembre de 1991, que crea el SICA. Acuerdo de Asociación entre el SICA y la República Dominicana de fecha 10 de diciembre de 2003 el cual entró en vigor 27 de septiembre de 2004.
- Enmiendas de Beijing al Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono adoptadas en la Quinta Reunión de la Conferencia de las Partes, celebrada en Beijing, del 29 de Noviembre al 3 de Diciembre de 1999. Ratificado en fecha 13 de octubre del 2004. Aprobada por la Resolución No. 168 de 2007.
- Enmiendas de Londres del 1990 y de Copenhague del 1992 al Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono. Resolución 125-00 (GO No. 10067 d/f 15-12-2000. Gaceta Oficial No.10067 del 15 de diciembre de 2000
- Protocolo de Montreal resolución No503-06. promulgada el 13 de julio del 2007.
- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP's). Resolución 445-06 del 6 de diciembre del 2006.
- Convenio de Róterdam para la Aplicación del Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional. Resolución 506-05 de 2006. Aprobado por la Resolución No. 506 del 2006. Gaceta Oficial No.10345 de fecha 22 de noviembre del 2006.
- Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad de la Biotecnología del Convenio de Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica. Resolución 10-06, del 3 de febrero del 2006. (Gaceta Oficial No. 10355 de fecha 3 de Febrero de 2006
- Tratado de Libre Comercio entre la República Dominicana, Centroamérica y los Estados Unidos de Norteamérica. Resolución 357-05 de fecha 6 de septiembre del 2005/ Ley 424-06 del 20 de noviembre 2006.
- Convenio de Cooperación Ambiental entre República Dominicana, Centroamérica y los Estados Unidos de Norteamérica. Firmado el 18 de febrero del 2006, en la Sede la OEA en Washington.

#### **4.4 LEGISLACIÓN EXISTENTE Y RESPONSABILIDADES INSTITUCIONALES RELATIVAS A LA GESTIÓN DEL MERCURIO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA**

- **Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales**

La Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales 64-00 sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales. Departamento de Gestión de Sustancias Químicas.

**Artículo. 79.** El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, previo dictamen técnico:

- 1) Emitirá normas y parámetros de calidad ambiental vigilará y controlará las fuentes fijas y móviles de contaminación y los contaminantes;
- 3) Emitirá normas y parámetros de vertido de desechos líquidos y sólidos, de emisiones a la atmósfera, de ruido y de contaminación visual;
- 4) Emitirá normas sobre la ubicación de actividades contaminantes o riesgosas y sobre las zonas de influencia de las mismas.

**Artículo. 80.** Serán objeto de normativas y controles por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, todos los procesos, las maquinarias y equipos, insumos, productos y desechos, cuya fabricación, importación, exportación, uso o manejo, pueda deteriorar el medio ambiente, los recursos naturales, o afectar la salud humana.

**Artículo. 81.** Las disposiciones legales que establezcan las normas de calidad ambiental deberán fijar los cronogramas de cumplimiento, que incluirán plazos pertinentes fijados por reglamentos específicos para caracterizar los efluentes, emisiones o impactos ambientales y para realizar las acciones o introducir los cambios en los procesos o tecnologías para ajustarse a las normas.

**Artículo. 82.** Se prohíbe el vertimiento de sustancias o desechos contaminantes en suelos, ríos, lagos, lagunas, arroyos, embalses, el mar y cualquier otro cuerpo o curso de agua.

## CAPITULO V. DE LOS ELEMENTOS, SUSTANCIAS Y PRODUCTOS PELIGROSOS.

**Artículo. 97.** El Estado Dominicano adoptará las normas reguladoras para identificar, minimizar y racionalizar el uso de elementos, combinaciones y sustancias químicas, sintéticas o biológicas, que puedan poner en peligro la vida o la salud de quienes los manejan, así como la ocurrencia de accidentes relacionados con su manipulación.

*Párrafo.* Toda persona que maneje residuos peligrosos deberá ser instruida en los conocimientos de las propiedades físicas, químicas y biológicas de estas sustancias y los riesgos que estas implican.

**Artículo 98.** El reglamento de la presente ley incluirá un listado de las sustancias y productos peligrosos y sus características, debidamente etiquetado de acuerdo con las normas internacionales en combinación con la Secretaria de Salud Pública y Asistencia Social.

**Artículo 99.** Quien fabrique, almacene o distribuya deberá tener conocimientos básicos de las sustancias físicas, químicas y biológicas y asegurarse de la etiqueta correspondiente, en

letras legibles y en español. En dicha ley se prohíbe importar residuos tóxicos, de acuerdo con la clasificación de los convenios internacionales; asimismo se prohíbe la utilización del territorio nacional como tránsito y depósito de los mismos, en consulta con la Secretaría de Salud Pública y Asistencia Social, SESPAS.

**Artículo 100.-** La Secretaría regula todas las sustancias y sus derivados que por su naturaleza de alto riesgo puedan provocar daño a la salud, medio ambiente, y recursos naturales. De igual manera reglamentará el manejo de estas sustancias peligrosas y su desecho basado en el principio que quien establece el riesgo debe ser responsable del costo de todo el proceso de su disposición final previa identificación del lugar por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente Recursos naturales.

**Artículo 101.-** La importación, la fabricación, la elaboración, el manejo, uso, acumulación, evacuación y disposición final de sustancias radiactivas o combinaciones químicas o sintéticas, biológicas, desechos y otras materias, que por su naturaleza de alto riesgo puedan provocar daños a la salud de seres humanos, al medio ambiente y a los recursos naturales, serán regulados por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Artículo 103.-** Cuando por razones atendibles, establecidas por la autoridad competente, no fuese posible devolver al país de origen los elementos nocivos mencionados en los artículos 104 y 105 de la presente ley, se procederá, previo el decomiso que realice la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a su neutralización y disposición definitiva bajo condiciones de seguridad ambiental. Estas operaciones se realizarán por cuenta de quienes las hayan introducido al país y se obligará al pago de una multa equivalente, por lo menos, a cinco veces el costo en el mercado del producto, más los costos de su inocuación.

**Artículo 104.-** Los metales, artículos y sustancias radiactivas o peligrosas y sus desechos, así como los aparatos y equipos que utilicen tales materias, serán procesados, manejados, poseídos, importados, exportados, transportados, depositados, utilizados, desechados, o dispuestos de acuerdo con las normas y reglamentaciones que formule la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Artículo 105.-** La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales podrá autorizar la exportación de residuos tóxicos cuando no existiese procedimiento adecuado en el país para la desactivación o eliminación de los mismos; para ello se requerirá del previo y expreso consentimiento del país receptor para eliminarlos en su territorio, según convenios internacionales ratificados por el Estado.

## **El Ministerio de Agricultura.**

Dirección de Sanidad Vegetal

**Ley 311-68** que regula la importación y uso de los plaguicidas.

**El Decreto 217-91** que prohíbe la importación de plaguicidas que contengan mercurio.

**La Ley 218 del 28 de mayo 1984**, que prohíbe la introducción al país, por cualquier vías de excrementos humanos o animales, basuras domiciliarias o municipales, y sus derivados, cienos, o lodos cloacales, tratados o no, así como desechos tóxicos provenientes de proceso industriales.

- **El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, SESPAS**

### **Ley General de Salud 42-01**

**Artículo 1.** - La presente ley tiene por objeto la regulación de todas las acciones que permitan al Estado hacer efectivo el derecho a la salud de la población, reconocido en la Constitución de la República Dominicana.

**Artículo 46.-** La Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social en coordinación con la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y demás instituciones competentes, elaborarán las normas oficiales que regulen la disposición y manejo de desechos sólidos cuyo uso, recolección, tratamiento, depósito, reconversión, industrialización, transporte, almacenamiento, eliminación o disposición final resultaren peligrosos para la salud de la población.

**Artículo 47.-** Las instituciones del sistema de salud y todos aquellos establecimientos de salud, que por sus operaciones utilicen materias o sustancias tóxicas o radioactivas, contaminantes u otras que puedan difundir elementos patógenos o nocivos para la salud, deberán tener sistemas de eliminación de desechos desarrollados en función de la reglamentación que elabore al efecto la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social en coordinación con la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y demás instituciones competentes. Los residuos médicos serán almacenados de manera diferenciada, tratados técnicamente en el establecimiento de origen y/o entregados al municipio o a la institución correspondiente, según sea el caso, para su transporte y disposición final adecuada.

**Dirección de Salud Ambiental y el Departamento de Drogas y Farmacias.** La Unidad de Evaluación y Registro de Medicamentos y Cosméticos, no acepta formulaciones que contengan mercurio. En la actualidad trabaja en la elaboración de las Normas.

### **Reglamento General de Hospitales de La República Dominicana**

**Decreto No. 351-99.-** Crea las bases para la elaboración de manuales de funcionamiento de los hospitales, formula criterios generales normativos para el manejo de los desechos hospitalarios y para la preparación del hospital en situación de desastre.

**Artículo 46.-** La Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social en coordinación con la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y demás instituciones competentes, elaborarán las normas oficiales que regulen la disposición y manejo de desechos sólidos cuyo uso, recolección, tratamiento, depósito, reconversión, industrialización, transporte, almacenamiento, eliminación o disposición final resultaren peligrosos para la salud de la población.

**Artículo 47.-** Las instituciones del sistema de salud y todos aquellos establecimientos de salud, que por sus operaciones utilicen materias o sustancias tóxicas o radioactivas, contaminantes u otras que puedan difundir elementos patógenos o nocivos para la salud, deberán tener sistemas de eliminación de desechos desarrollados en función de la reglamentación que elabore al efecto la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social en coordinación con la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y demás instituciones competentes. Los residuos médicos serán almacenados de

manera diferenciada, tratados técnicamente en el establecimiento de origen y/o entregados al municipio o a la institución correspondiente, según sea el caso, para su transporte y disposición final adecuada.

- **Ministerio de Trabajo.**

Este código tiene por objeto fundamental, regular los derechos y obligaciones de empleadores y trabajadores y proveer los medios conciliar sus respectivos intereses, y define el contrato de trabajo como aquel por el cual una persona se obliga, mediante una retribución, a prestar un servicio personal a otra, bajo la dependencia y dirección inmediata o delegada de esta.

#### **Departamento de Riesgos Laborales**

**El Reglamento 522-06** de seguridad y salud en el trabajo, establece valores límites para ambientes de trabajo relacionados al mercurio.

#### **Instituto Dominicano de Seguro Social, IDSS.**

#### **Ley No.87-01 que crea el Sistema Dominicano de Seguridad Social.**

**Artículo 2.-** Normas reguladoras del Sistema Dominicano de Seguridad Social

El Sistema Dominicano de Seguridad Social (SDSS) se rige:

c) Por las normas complementarias a la presente ley, las cuales comprenden

5) El reglamento sobre el Seguro de Riesgos Laborales;

- **Ministerio de Industria y Comercio.**

**Ley No.290-66. Artículo 1.** Se crea el Ministerio de Industria y Comercio, el cual estará encargado de la fijación y aplicación de las leyes.

**Ley 602.** La Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad (**DIGENOR**) es una dependencia administrativa de la Secretaría de Estado de Industria y Comercio.

- **Dirección General de Aduanas DGA.**

#### **Ley General de Aduanas No. 3489**

**Objetivo;** Eficientizar, transparentar y sistematizar todas las actividades de las aduanas del país con la finalidad de hacer efectivas las medidas de facilitación del comercio, aumentar las recaudaciones fiscales y contribuir con otros organismos del Estado a reducir diferentes tipos de riesgos provenientes del exterior que puedan impedir el desarrollo sostenible de la Nación.

- Subdirección técnica
- Gerencia de planificación y análisis económicos
- Sistema de Gestión de riesgo aduanal

## **5. INVENTARIO DE EMISIONES DE MERCURIO EN LA REPÚBLICA DOMICANA**

Los cálculos de este inventario están basados en informaciones de un período de dos años 2008-2009 y están basados en los siguientes principios para la cuantificación:

### Ecuación básica de cuantificación

$$\text{Liberación estimada de mercurio a la vía X} = \text{tasa de actividad} * \text{factor de entrada} * \text{factor de distribución de emisiones para la vía X}$$

Es decir, las liberaciones estimadas de mercurio por año para cada vía se calculan:

- Multiplicando el monto de materia prima procesada o productos manufacturados por unidad de tiempo (por ejemplo, toneladas o piezas por año), denominado **tasa de actividad**.
- un “factor de entrada”. Para las subcategorías con sólo una etapa de ciclo de vida (como la combustión de carbón) el factor de entrada es el contenido de mercurio (por ejemplo, en gramos de Hg) por unidad de materia prima procesada. Para las subcategorías con más de una etapa en el ciclo de vida (como la producción de pilas), el factor de entrada se define etapa por etapa. Por ejemplo, el factor de entrada para la etapa de la producción es el monto del mercurio liberado por tonelada métrica de pilas producidas o producto manufacturado (por ejemplo, tonelada métrica o pieza), denominado **factor de entrada**.
- y la fracción o parte (sin unidades) de la entrada de mercurio que se libera a través de una vía en particular (aire, agua, tierra, producto, desecho general o tratamiento específico de desechos), denominada **factores de distribución de las emisiones**, para lo cual se utilizaron los factores de distribución planteados por el instrumental de PNUMA para cada Subcategoría.

Estos principios de cuantificación son propuestos por el Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Emisiones de Mercurio (PNUMA, 2005), el cual tiene como objetivo fundamental permitir el cálculo de la liberación promedio anual en cada vía o vector (aire, agua, tierra, productos, desechos generales, tratamiento específico de desechos por sector) por cada proceso de liberación identificado, a través de estimaciones.

#### 5.1 Emisiones por categoría de fuente

El Instrumental del PNUMA sugiere que las fuentes de emisiones de mercurio en los países sean reportadas por categorías y subcategorías. Esta categorización sugerida es la que se ha seguido en este inventario.

El cuadro 1 muestra las fuentes identificadas durante el desarrollo de la primera fase del inventario que consistió en la evaluación de las capacidades nacionales y la identificación de actividades relacionadas con el manejo de mercurio.

**Cuadro No. 1. Fuentes de emisiones de mercurio identificadas en la República Dominicana (basadas en categorías y subcategorías sugeridas por el Instrumental del PNUMA)**

<b>Fuente</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Existencia en el país</b>
<b>Extracción y uso de combustibles/fuente de energía</b>	Extracción, refinación y uso de aceite mineral	SI
	Combustión de carbón en grandes centrales de energía	SI
	Gas natural, extracción, refinación y uso.	SI
	Energía a base de quema de biomasa y producción de calor.	SI
<b>Producción primaria (virgen) de metales</b>	Extracción y procesamiento inicial de oro mediante procesos distintos de la amalgamación de mercurio	SI
	Extracción y procesamiento de otros metales no ferrosos	SI
<b>Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio</b>	Producción de cemento	SI
	Producción de cal y hornos de agregados ligeros.	SI
	Producción de pulpa y papel	NO
<b>Productos de consumo con uso deliberado de mercurio</b>	Termómetros de mercurio	SI
	Interruptores eléctricos y relevadores con mercurio	SI
	Biocidas y plaguicidas	NO
	Pinturas	NO
	Productos Farmacéuticos de uso humano y veterinario	NO
	Cosméticos y productos relacionados	NO
	Pilas que contienen mercurio	SI
	Fuente de Luz con mercurio	SI
<b>Otros usos en productos</b>	Amalgamas dentales de mercurio	SI
	Manómetros y medidores	SI
	Químicos y equipos de laboratorio	SI
	Usos de metal mercurio en rituales religiosos y medicina tradicional	SI
<b>Incineración de</b>	Incineración de desechos	NO

<b>desechos</b>	municipales/generales	
	Incineración de desechos peligrosos	SI
	Incineración de desechos médicos	SI
	Incineración de lodos cloacales	NO
	Incineración informal de desechos	SI
<b>Disposición de desechos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales</b>	Relleno sanitario/Depósito Controlado	SI
	Disposición difusa con cierto grado de control	NO
	Disposición local informal de los desechos de la producción industrial	NO
	Sistema/tratamiento de aguas residuales	SI
	Vertederos	SI
<b>Crematorios y cementerios</b>	Crematorios	SI
	Cementerios	SI

El cuadro No. 2 resume las estimaciones de emisiones por categoría de fuentes de emisiones de mercurio encontradas en la República Dominicana. En este inventario se pueden encontrar los detalles para las emisiones dentro de cada Subcategoría que conforman estas categorías, de acuerdo a la clasificación planteada por el instrumental del PNUMA.

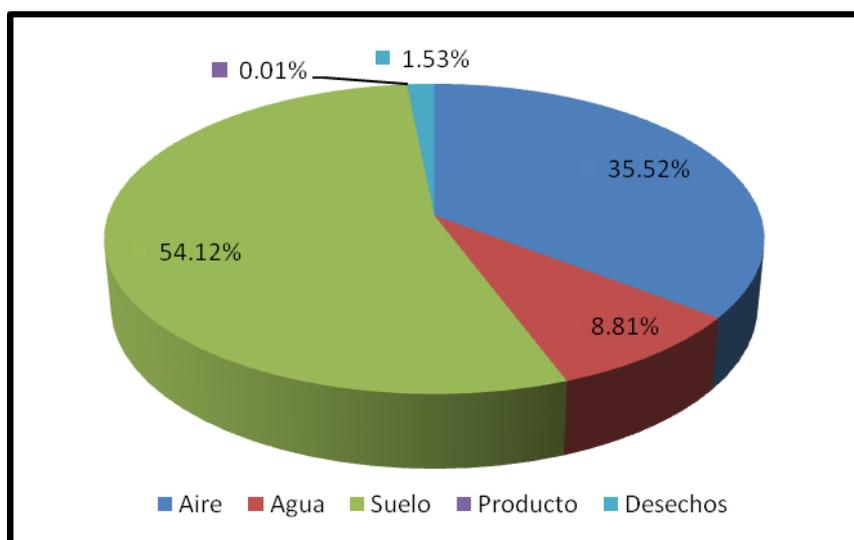
**Cuadro No. 2. Emisiones totales por categoría de fuentes en la República Dominicana**

Principal Categoría de Fuente	Emisiones totales (cantidad de mercurio en Kg/año)				
	Aire	Agua	Suelo	Producto	Desechos/residuos
Extracción y usos de Combustible /fuentes energéticas	177.86	0.0	0.0	0.0	24.14
Producción primaria (virgen) de metales	13.61	ND	ND	ND	ND
Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio	240.88-10,992.69	ND	ND	3.11	ND
Productos de consumos de uso deliberado de mercurio	6.9-25.59	13.86-51.17	389.49	0.0	48.41 - 179.11
Otros usos deliberados en productos/procesos	0.1548	0.6966	0.0086	ND	ND
Incineración de desechos	7.93-180.78	ND	ND	ND	ND

Disposición de desechos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales		136.47-2,729.5	1,683.33-16,862.8		15.164-303.2
Crematorios y cementerios	0.0	0.0	50.18 - 200.27	0.0	0.0
Total de Liberaciones Cuantificadas	255.71-11,199.06	150.33-2780.67	1,733.51-17,063.07	3.11	63.57- 482.31

Nota: (ND), No determinado por falta de información de las fuentes.

La siguiente grafica muestra los porcentajes de liberación hacia los medios, en donde el suelo representa el medio de mayor impacto con un 54.12 por ciento de las liberaciones, el aire con un 35.52 por ciento, el agua con un 8.81 por ciento, desechos con 1.53 por ciento y los productos con 0.01 por ciento correspondientes a las emisiones totales liberadas a los medios.



## 5.2 Subcategorías importantes por fuentes

Las subcategorías calculadas con mayores liberaciones de mercurio corresponden a las de: disposición de desechos, producción de cemento, el uso de fuentes de luz con mercurio y el uso de combustible en la generación eléctrica.

Estas emisiones están relacionadas en su gran mayoría con el uso o disposición de desechos, esto debido a que la producción artículos o materias primas que contengan mercurio son de importación, con excepción a la producción indirecta de mercurio en la

producción primaria de oro, en el cual el mercurio se encuentra ligado al mineral de manera natural en la mena a procesar.

### **5.3 Datos Faltantes**

Los principales datos faltantes corresponden a la categoría de **Productos con uso deliberado de mercurio**, para las subcategorías de **Interruptores eléctricos y relevadores** con mercurio, pinturas, productos farmacéuticos de uso humano y veterinario y cosméticos y productos; y la categoría **Otros usos deliberados de mercurio**, las subcategorías de Amalgamas dentales de mercurio y manómetros y medidores.

Actualmente, cinco (5) empresas que se dedican a la producción de pinturas en el país, las cuales se contactaron según las informaciones suministradas no están utilizando materias primas que contengan mercurio, sin embargo es necesario profundizar las investigaciones sobre las pinturas que se importan como productos terminados.

Según las investigaciones realizadas, en el ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, los medicamentos que contienen mercurio, gotas oftálmicas y vacunas para infantes, no están siendo importados por lo que estas fuentes han sido descartadas.

Estos cálculos faltantes serán objeto de una revisión y actualización de este inventario, en el cual se analizarán importaciones y manejo de los residuos.

### **5.4. Cuantificación de liberaciones de mercurio por Subcategoría de fuente**

#### **5.4.1. Extracción y uso de combustible**

##### **5.4.1.1 Combustión de carbón en grandes centrales de energía.**

El carbón se usa para la producción de calor y electricidad en diversos sectores con diversas tecnologías de combustión y contiene cantidades de trazas de mercurio.

Las concentraciones de mercurio en el carbón usado constituyen el principal factor para determinar las liberaciones provenientes de este sector. La mayor parte del mercurio en el carbón se libera térmicamente en forma gaseosa durante el proceso de combustión.

En nuestro país existen dos plantas que utilizan el carbón como combustible en la generación de energía, ubicadas ambas en la parte sur de nuestro territorio. El carbón utilizado en estas dos generadoras es de procedencia de las minas Colombianas cuya concentración en mercurio según datos suministrados por la empresa en base a estudios en las cenizas es de 0.11mg/kg.

Una de las generadoras posee un sistema electrostático para la reducción de emisiones de partículas mientras que la otra generadora opera con un sistema de filtro de manga con una eficiencia de un 99% cada uno.

Para calcular la cantidad de mercurio liberada correspondiente al caso de las generadoras que utilizan carbón en el país, se tomaron en cuenta las informaciones de producción del año 2009, siendo un total de 221,674.780 toneladas métricas.

**Cuadro No.3. Emisiones de mercurio durante la generación de energía mediante el uso de carbón.**

Quema de carbón	Carbón consumido	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)
Tasa de actividad (ton/año)	221,674.780	-
Factor de entrada (g/ton)	<b>0.11</b>	-
<b>Factores de distribución de salida</b>		
Aire	0.01	-
Agua	0.0	
Suelo	0.0	
Tratamiento General de Desechos	0.0	
Tratamiento Especifico de Desechos	0.99	
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>		<b>24.38</b>
Aire	-	0.24 (1%)*
Tratamiento especifico de desechos		24.14 (99%)*

\*Este porcentaje es calculado en base al sistema de control de emisiones.

#### **5.4.2 Aceites minerales- extracción, refinación y uso**

##### **5.4.2.1 Refinación de combustible**

La República Dominicana no produce petróleo, sino que importa de otros países. Sólo existe una refinería nacional, la cual refina petróleo crudo procedente de México y Venezuela. Según los datos suministrados por la Refinería Dominicana de Petróleo (**REFIDOMSA**), para el año 2008 se refinaron **1,408.861** Tm de crudo, mientras que para el 2009 se refinaron **1, 275,034**. Tm del crudo. Otro caso importante, para el último año es el de operaciones de **FALCONDO**, empresa dedicada a la explotación minera, la cual cuenta con una refinería independiente recibiendo petróleo procedente de Colombia, Estados Unidos, México y Venezuela. Esta empresa recibió para el 2008 un total de unas **245,290.8** Tm para ser refinadas en sus instalaciones para consumo interno. Estas importaciones de crudo dan un promedio de **1, 464,592.9Tm** en los últimos dos años de refinación entre REFIDOMSA y FALCONDO.

Para el cálculo de emisiones, como no se dispone de información sobre la concentración de mercurio en el petróleo usado, se llegó a un primer estimado aplicando los factores de entrada por defecto, esto se debe a que el instrumental no presenta concentraciones para el crudo procedente de México y Venezuela, siendo estos países los principales suplidores de crudo en los últimos dos años.

En el caso de la refinería Dominicana de Petróleo y FALCONDO no es posible determinar las liberaciones de mercurio a los diferentes medios ambientales, ya que estos datos solo se pueden obtener realizando un balance masa en todas las entradas y salidas del crudo al inicio del proceso de refinación, como también en los productos finales dependiendo de las concentraciones de mercurio que estos contengan, según lo explica el instrumental. La Refinería Dominicana de Petróleo, no cuenta con sistemas de control de emisiones, ni material particulado, por lo que todas sus emisiones pasan directamente al aire tal como salen del proceso de refinación.

<b>Factor de entrada por defecto uso para refinación de petróleo.</b>	
<b>Producto</b>	
<b>Petróleo crudo: Gasolina, diesel y otros</b>	1-100 mg Hg

Fuente: Instrumental (PNUMA, 2005).

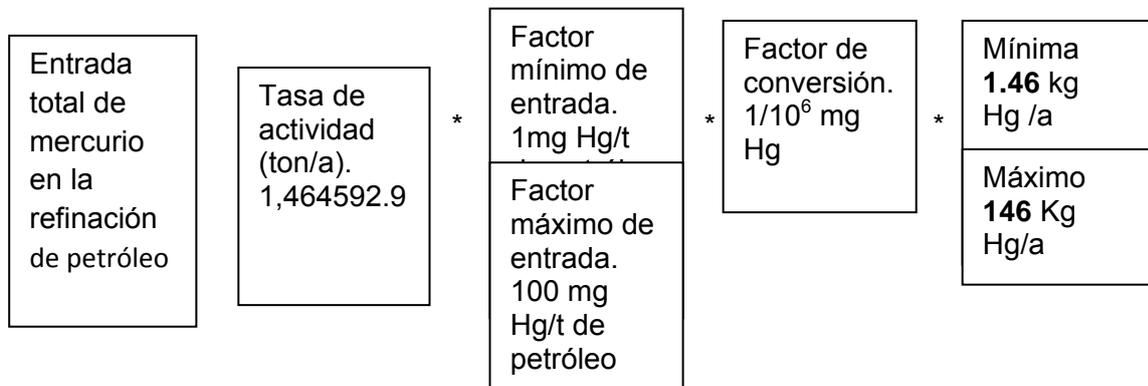
#### Calculo de emisiones en la refinación del crudo:

Tasa de entrada: **1,464,592.9** ton/a

Factor de entrada: 1 a 100 mg hg/ ton de petróleo (PNUMA)

Factor de liberación: se desconoce.

Calculo de entrada: Se utilizan los factores mínimo y máximo como lo explica el instrumental para esta Subcategoría.



**Cuadro No. 4 Emisiones de mercurio durante la refinación de petróleo**

Refinado de petróleo	Petróleo importado	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)
Tasa de actividad (ton/año)	1,464,592.9	-
Factor mínimo por defecto de entrada (Mg/ton)	1mg Hg/t de petróleo	Mínima 1.46 kg Hg /a -
Factor máximo por defecto de entrada (Mg/ton)	100 mg Hg/t de petróleo	Máximo 146 Kg Hg/a
Factores de distribución de salida		
Aire	0.0	N/A

Agua	0.0	
Suelo	0.0	
Tratamiento General de Desechos	0.0	
Tratamiento Específico de Desechos	0.0	
<b>Salidas/liberaciones Calculadas: Se está en espera de que el instrumental supla las informaciones necesarias para esta subcategoría.</b>		

Factor de liberación: se desconoce, instrumental (PNUMA).

#### 5.4.2.2 Usos de Combustibles en Generadoras Eléctricas

La principal vía de liberación a partir de las fuentes de combustión del petróleo es el aire a través de la chimenea de combustión. Ya que todo el suministro de combustible está expuesto a las altas temperaturas, básicamente todo el mercurio presente en el combustible se volatiliza y es expulsado a través de los hornos de gases de la combustión. Durante los años 2008 y 2009 se vendieron al mercado nacional un promedio de 407,205.5 Tm de **gas licuado de petróleo**, 382149,25 Tm de **gasolina**, 489354,25 Tm de **gasoil**, 690612 Tm de **fuel oil** y 371465 Tm de **Jet- a1**.

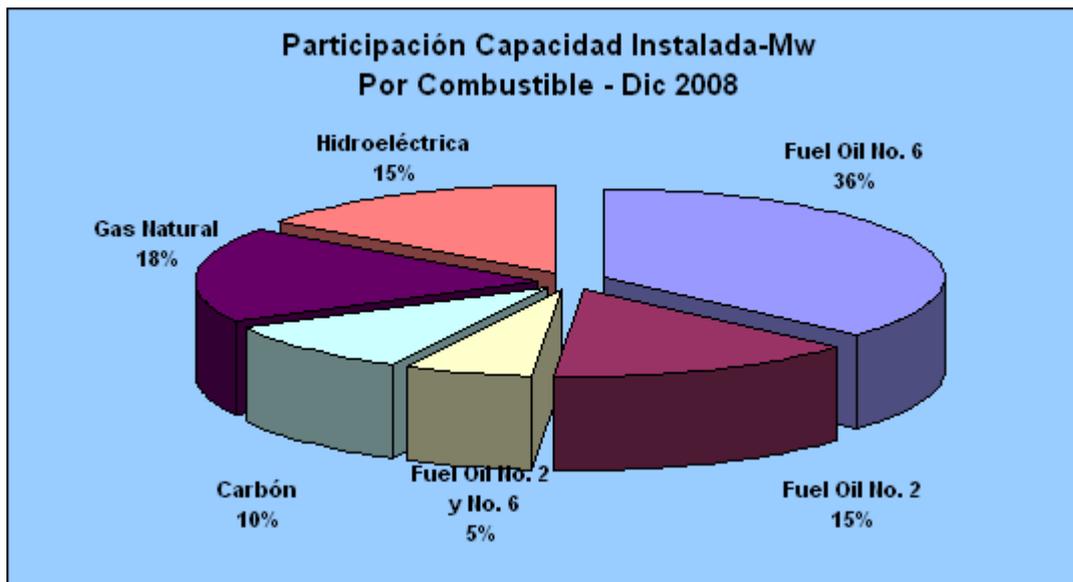
Las seis empresas generadoras de energía en República Dominicana han reportado un total de combustible consumido de Gasolina 16,73 Tm, Fuel Oil 2 98158,00 Tm, Fuel Oil 6 39049106,43 Tm, Gasoil 2820,19 Tm.

Según estadística presentada por la Superintendencia de Electricidad la participación o uso de combustible en la generación de energía es la siguiente:

#### Capacidad Instalada por Tipo de Combustible a Dic-08

Empresa	Capacidad Instalada-Mw	Participación- (%)
<b>Fuel Oil No. 6</b>	1.153,7	36,7%
<b>Fuel Oil No. 2</b>	466,4	14,8%
<b>Fuel Oil No. 2 y No. 6</b>	185,0	5,9%
<b>Carbón</b>	313,6	10,0%
<b>Gas Natural</b>	555,0	17,6%
<b>Hidroeléctrica</b>	472,3	15,0%
<b>Total Instalado por Tipo Combustible</b>	<b>3.146,0</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Informes de Operaciones Organismo Coordinador, Superintendencia de Electricidad



**Cuadro No. 5 Emisiones de mercurio durante la generación de energía mediante la combustión**

Uso de Aceite Mineral	Cantidad de aceite <sup>TM</sup>	Factor de Entrada para la etapa	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (g Hg)
<b>Combustible</b>			
Gasolina	382,165,98	1.5 ppb	667,99
Fuel Oil 2	98,158,00	< 0.12 ppmwt	< 11778.96
Fuel Oil 6	3,973,9718,43	0.004 ppmwt	158958,87
Gasoil o diesel	492,174,44	2.97 ppb	1703,31
Jet – a1(Queroseno)	371,465	0.04 ppb	17.31
<b>Tasa de Entrada (Toneladas/ Año)</b>	<b>41,083,681,85</b>		
<b>Factores de distribución de salida</b>			
Aire	1.0		-
Agua	0.0		
Suelo	0.0		
Tratamiento General de Desechos	0.0		
Tratamiento Especifico de Desechos	0.0		
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>			<b>163,061,17 = 163.06 Kg de Hg/a</b>

### 5.4.2.3 Combustión de Gas Natural

La categoría de energía a base de combustión de gas natural es relativamente nueva, ya que el país no contaba con instalaciones para la combustión de este combustible. Según los datos del principal importador de gas natural, esta actividad se inició el año 2009. Existen otras empresas dedicadas a la distribución del combustible para uso industrial y transporte, el cual es suplido por el mismo importador.

Para el año 2009 según los datos suministrados por la empresa Applied Energy Systems (AES) Dominicana se importaron un total de 406,368.077 millones de metros cúbicos (M<sup>3</sup>) de gas natural traídos de Trinidad y Tobago.

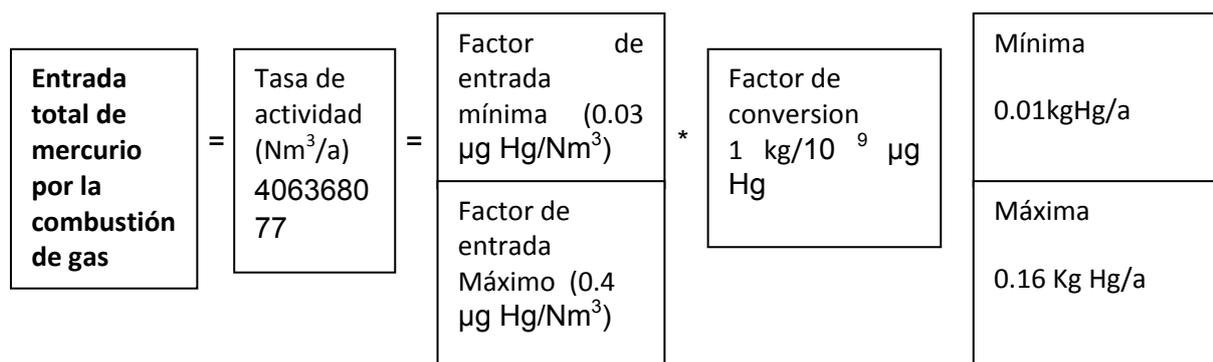
Para el control de emisiones durante la combustión en la generadora eléctrica, no se utilizan equipos para el control de emisiones, ya que el gas natural solo contiene trazas de azufre y no material particulado.

El instrumental presenta datos de concentración de mercurio para gas natural entubado o listo para ser usado, para el caso de la República Dominicana el gas se importa de Trinidad y Tobago, y el instrumental no presenta valores de concentración de mercurio para este país en su literatura.

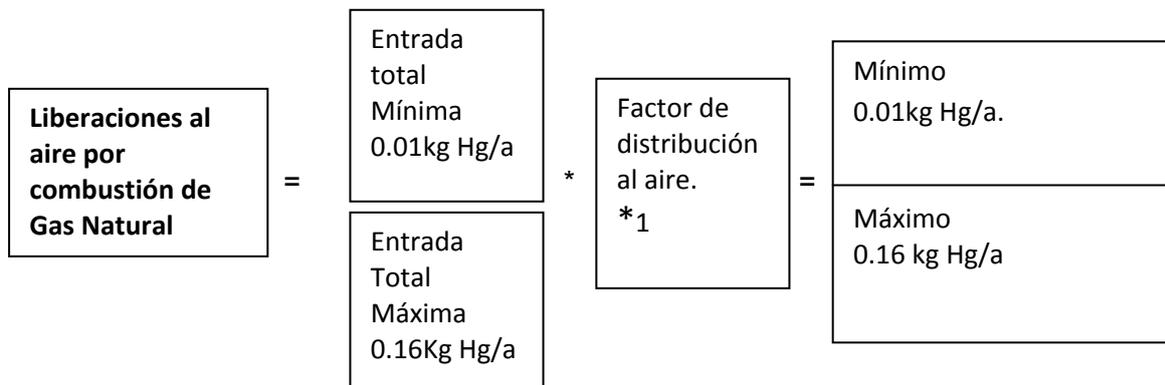
Si no se dispone de información sobre la concentración del mercurio se recomienda llegar a un primer estimado aplicando los factores de entrada por defecto señalados por el instrumental. Para el caso del gas natural procedente de Trinidad y Tobago se espera que en futuras versiones del instrumental se incluyan factores correspondientes a esta subcategoría.

<b>Factor de entrada por defecto uso para combustión(Gas Entubado)</b>	
<b>Gas usado para combustión (Entubado)</b>	Gas utilizado para la generación eléctrica, industrial y transporte
<b>Factores de entrada por defecto; µg Hg/Nm<sup>3</sup> gas;(Máximo- Mínimo)</b>	0.03 – 0.4

#### Entrada total calculada Mercurio por combustión de gas natural.



**Distribución de salidas calculadas:**



**Cuadro No. 6 Emisiones de mercurio en combustión de Gas Natural**

Combustión Gas Natural	Cantidad Gas Natural	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)
Tasa de actividad (Nm <sup>3</sup> /año)	406,368,077	-
Factor mínimo por defecto de entrada (µg Hg /a)	(0.03 µg Hg/Nm <sup>3</sup> )	Mínima 0.01kgHg/a
Factor máximo por defecto de entrada (µg Hg /ton)	Factor de entrada Máximo (0.4 µg Hg/Nm <sup>3</sup> )	Máxima 0.16 Kg Hg/a
<b>Factores de distribución de salida</b>		
Aire	1.0	
Agua	0.0	
Suelo	0.0	
Tratamiento General de Desechos	0.0	
Tratamiento Específico de Desechos	0.0	
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>	<b>Mínimo 0.01kg Hg/a.</b>	<b>Máxima 0.16 Kg Hg/a</b>

Fuente: factor de distribución de salida al aire: \*1.0 (PNUMA). Será importante contar con factores de salida para gas natural específicamente importado de Trinidad y Tobago.

**5.4.2.4 Energía a base de quema de biomasa y producción de calor**

La categoría de quema de biomasa representa un renglón de liberaciones de mercurio al ambiente principalmente al aire, tanto por la quema indiscriminada de recursos forestales en regiones con una cobertura boscosa representativa, así como el uso de biomasa como combustible.

Los factores más importantes que determinan las liberaciones son los niveles de mercurio presente de manera natural como aquel depositado a partir de emisiones antropogénicas. Los árboles absorben mercurio de la atmósfera con el transcurso del tiempo. Este mercurio se libera fácilmente, sobre todo al aire, cuando se quema madera y otras formas de biomasa (Friedli, H.R. et al, 2001).

Según el Sistema de información Energético Nacional en el Plan Energético Nacional 2004-2015, de la Comisión Nacional de Energía de República Dominicana el consumo promedio anual de biomasa como combustible alterno es de 6, 858,527.75 toneladas métricas

Lo diferentes tipos de biomasa utilizadas como combustible alterno son:

Bagazo de caña, cascarilla de arroz, cascarilla de café, leña, carbón vegetal y jícara de coco.

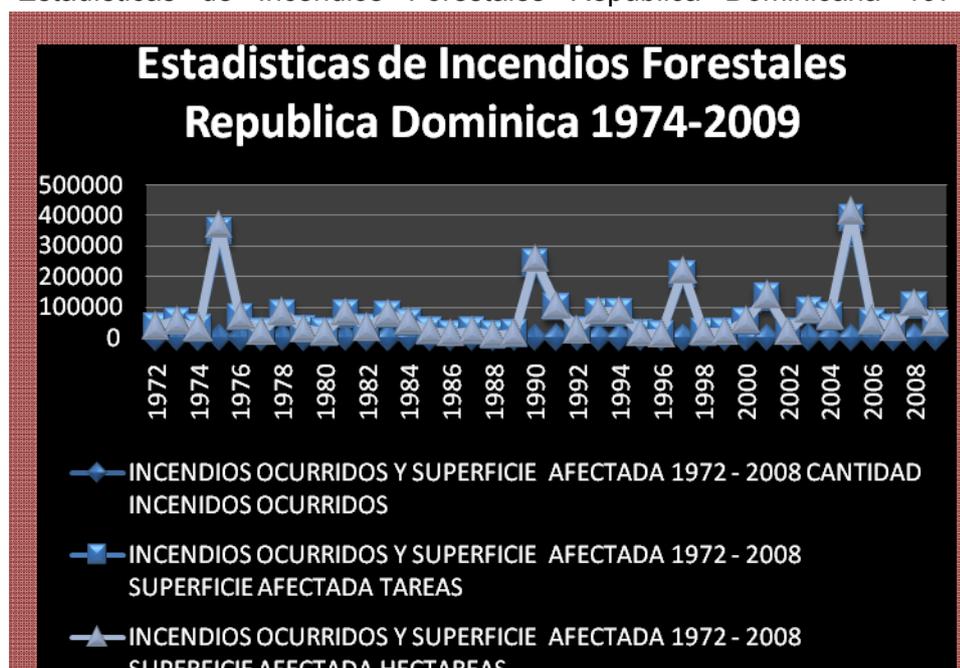
### Producción de Fuentes de Biomasa (TM)

Año	Bagazo	Leña	Carbón Veg	Café	Arroz	Jícara Coco	biomasa Total /año
2000	1353816	1641286	100624	16406	130599	84978	3327709
2001	1449219	4178417	80298	16719	160831	84493	5969977
2002	1546050	5628328	102540	17542	160755	85852	7541067
2003	1505767	5386310	28096	14875	133912	91799	7160759
2004	1664146	6129622	19808	15506	126857	79367	8035306
2005	1473670	6019288	18698	10602	141887	45873	7710018
2006	1413937	5886864	0	10738	157041	46269	7514849
2007	1449874	5931741	0	10727	164777	51418	7608537
Total	11856479	40801856	350064	113115	1176659	570049	54868222
<b>Promedio</b>	<b>1482059.9</b>	<b>5100232</b>	<b>58344</b>	<b>14139.4</b>	<b>147082.38</b>	<b>71256.125</b>	<b>6858527.75</b>

Fuente: Comisión Nacional de Energía, Sistema de Información Energético Nacional  
Plan Energético Nacional de República Dominicana 2004-2015

Para calcular el factor de emisión de mercurio correspondiente al caso de los incendios forestales para el 2008 y 2009 se tomaron en cuenta estos dos periodos con un área total afectada equivalente a **9.407.67** hectáreas de bosques vírgenes, secundarios y sembrados, para un promedio de **4,703.8** Hectáreas.

**Figura 2.0** Estadísticas de Incendios Forestales República Dominicana 1974-2009.



Fuente: Dirección de Planificación, Unidad de Incendios Vice-ministerios de Recursos Forestales (2009).

Los factores de emisión para fuentes no controladas de combustión desarrollados por Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (**EPA**) consiste en un factor de emisión de 0.0021 gramos de mercurio por tonelada métrica de madera a medida que se quema<sup>1</sup>

Para el cálculo de las emisiones se utilizó el valor de emisión de EPA de 2.1 mg por tonelada. En el caso de incendios forestales los datos fueron tomados del registro nacional de incendios.

Para el caso de la superficie se calculó la cantidad de biomasa en base a 30 toneladas por cada hectárea quemada (FAO, 2005).

**Calculo de emisiones y base de biomasa Forestal quemada.**

Tipo de vegetación	Unidad	Bosque Primario	Bosque secundario	Rastrojo	Bosques Plantados	Cultivos agrícolas	Total
Superficie afectada	Ha	470	705	2,351	705	2,351	6,582
Nivel de quema	%	10	15	50	15	50	140
Biomasa consumida	Ton	14,100	21,150	70,545	21,150	70,545	197,490

<sup>1</sup> Quema de biomasa, EPA.

Liberación de Hg	g Hg	30	44	148	44	148	414
<b>Total de emisiones.</b>	<b>Kg</b>	<b>0.414</b>					

**Cuadro No. 7** Calculo de emisiones y base de biomasa Forestal quemada.

Quema de Bosques	Biomasa Consumida	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)
<b>Tasa de actividad (ton/año)</b>	<b>197,490</b>	-
<b>Factor de entrada (g/ton)</b>	<b>0.0021</b>	-
<b>Factores de distribución de salida</b>		
Aire	1	-
Agua	0.0	
Suelo	0.0	
Tratamiento General de Desechos	0.0	
Tratamiento Específico de Desechos	0.0	
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>		
Aire	-	0.415

**Cuadro No. 8** Emisiones de mercurio durante la quema de bagazo, cascarilla de arroz, leña, carbón vegetal, cascarilla de café y jícara de coco.

Quema de biomasa	Biomasa Consumida	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)
<b>Tasa de actividad (ton/año)</b>	<b>6,858,527.75</b>	-
<b>Factor de entrada (g/ton)</b>	<b>0.0021</b>	-
<b>Factores de distribución de salida</b>		
Aire	1	-
Agua	0.0	
Suelo	0.0	
Tratamiento General de Desechos	0.0	
Tratamiento Específico de Desechos	0.0	
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>		

Aire	-	14.40

### **Emisiones totales para la quema de biomasa**

	<b>Emisiones de Hg calculadas en Kg</b>
Incendios Forestales	0.415
Quema de biomasa para generar Energía	14.40
<b>Total</b>	<b>14.82</b>

Las emisiones totales para la quema de biomasa calculadas en este inventario arrojaron 14.82 kg de mercurio emitidos al ambiente por esta Subcategoría.

## **6. 2 Producción primaria (virgen) de metales.**

### **6.2.1 Extracción y procesamiento inicial de oro mediante procesos distintos de la amalgamación de mercurio.**

En la República Dominicana existen actualmente tres empresas dedicadas a la producción de oro. Dos de estas están en la fase de construcción de sus instalaciones y una en operación. El proceso utilizado en la empresa en operación actualmente consiste en la precipitación con Zinc (Merrill Crowe), en este proceso el 99% del mercurio que se encuentra en el mineral pasa a las colas del proceso, formando parte del residuo, el 1% va a la retorta, y de este el 99% del mercurio se recupera y el resto sale al aire. Según la empresa estas colas después de secas se depositarán en un relleno sanitario.

Las dos plantas en proceso de construcción utilizarán un proceso que consiste en absorber el oro en carbón durante y no después de, la lixiviación, llevándose a cabo la absorción en los mismos estanques lixivadores, pero moviendo el carbón en contracorriente con la pulpa de mineral.

La minería de oro identificada hasta la fecha consiste en un proceso metalúrgico de cianuración de todo el mineral, en el cuerpo mineral, el mercurio se encuentra integrado como un elemento sustituto en otros minerales como tenantita, esfalerita y tetraedrita.

Además, hay una estrecha correlación del mercurio con el oro y la plata, indicando que el mercurio puede estar presente a manera de electro.

La presencia de mercurio se reporta con el oro en la planta de procesamiento.

La fuente de información consultada fueron los Estudios de Impacto Ambiental y los Planes de Manejo y Adecuación Ambiental que especifican la mineralogía del área.

Según estimaciones geológicas del principal proyecto; el mercurio se encuentra en una concentración de 12 g Hg/t de mineral. Este proyecto tiene planificado iniciar la producción en el año 2011. Se estima que la producción de la planta será de 24,000 toneladas por día y una vida económica de la mina de 21.0 años. Esta información puede variar de acuerdo al desarrollo del proyecto.

La adsorción del mercurio en el carbón del proceso CIL será extraída en una retorta instalada en el proceso de refinación del oro. Se estima que la eficiencia de este sistema de recuperación es de un 99%, se asume que esto limitará de manera significativa las emisiones de mercurio provenientes de la planta.

El segundo proyecto tiene una concentración menor en el material a procesar (0.54 g/t) y la cantidad de material a procesar diariamente es de 700 toneladas. Este tiene alrededor de un año operando.

El tercero consiste en el procesamiento de relaves de una antigua mina, según informaciones de la empresa no hay presencia de mercurio en los residuos depositados, es necesario confirmar esta información.

Para el cálculo de esta subcategoría se utilizará como tasa de actividad la cantidad de material procesado por año.

De acuerdo a informaciones suministradas de la eficiencia de la retorta la recuperación del mercurio durante el proceso es de 99 %, esto significa que el 1 % de la producción de mercurio serán las emisiones al aire es resto será recuperado como mercurio metálico, podrían ocurrir liberaciones a las aguas y al suelo in situ, sin embargo no contamos con información suficiente para calcular las salidas a estos medios.

En la siguiente tabla se muestra la información del proyecto que se encuentra en fase de construcción el cual iniciará en el 2011, lo que significa que en la actualidad estas emisiones no existen. Esta es una proyección de acuerdo a la característica mineralógica del material.

Cantidad de Hg en el mineral (g/t)	Cantidad de material procesado por día (ton)	Producción diaria g Hg / día	Producción mensual g Hg /mes	Producción kg Hg /año	Eficiencia en el sistema de control de emisiones de 99% (emisiones de 1% al aire)
12	24,000	288,000	8,640,000	103,680	10,368 kg Hg /año

#### Proyecto en operación actualmente.

Según informaciones de analíticas realizadas por el proyecto al mineral que están procesando, las concentraciones de mercurio es de 0.54 gramos por toneladas. En vista de que existe esta información, esta se utilizará como factor de emisión en el siguiente cálculo.

Cantidad de Hg en el mineral (g/t)	Cantidad de material procesado por día (ton)	Producción diaria g Hg / día	Producción mensual g Hg /mes	Producción kg Hg /año
0.54	700	378	11,340	136.08

#### Cuadro No. 9 Emisiones de mercurio durante la producción de oro

Material procesado	Oro producido	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)

<b>Tasa de actividad (ton/año)</b>	<b>252,000</b>	-
<b>Factor de entrada (g/ton)</b>	<b>0.54</b>	-
<b>Factores de distribución de salida</b>		
Aire	0.001	-
Agua	0.0	
Suelo	0.0	
Tratamiento General de Desechos	0.099	
Tratamiento Especifico de Desechos	0.99	
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>		<b>13.61</b>
Aire	0.01361	
Tratamiento General de desecho		
Tratamiento Especifico de Desechos	13.4739	

### **6.2.2. Extracción y procesamiento de metales no ferrosos.**

Esta Subcategoría incluye la extracción y el procesamiento de otros metales no ferrosos que pueden ser fuente de liberaciones de mercurio. Dentro de estos metales se han identificado en el país la producción de plata y ferroníquel.

En el caso de la extracción y procesamiento de plata, las emisiones de mercurio han sido calculadas en la producción de oro debido a que el material a procesar es el mismo y se extraerán ambos metales.

En la actualidad hay una empresa produciendo ferroníquel en el país, por razones de precios en los mercados internacionales del ferroníquel hace dos años que la producción está parada. Según informaciones suministradas por la empresa la cantidad de mena procesada anualmente es 12, 085,532 toneladas húmedas de material, y una producción anual promedio de 28,000 toneladas de ferroníquel. Según la empresa el material primario no contiene mercurio, y el instrumental no ofrece un factor de emisión para la producción de níquel. En este sentido la información sobre emisiones por esta fuente estarían incompletas en este inventario. Es una oportunidad para realizar una analítica que incluya la determinación de mercurio en el material.

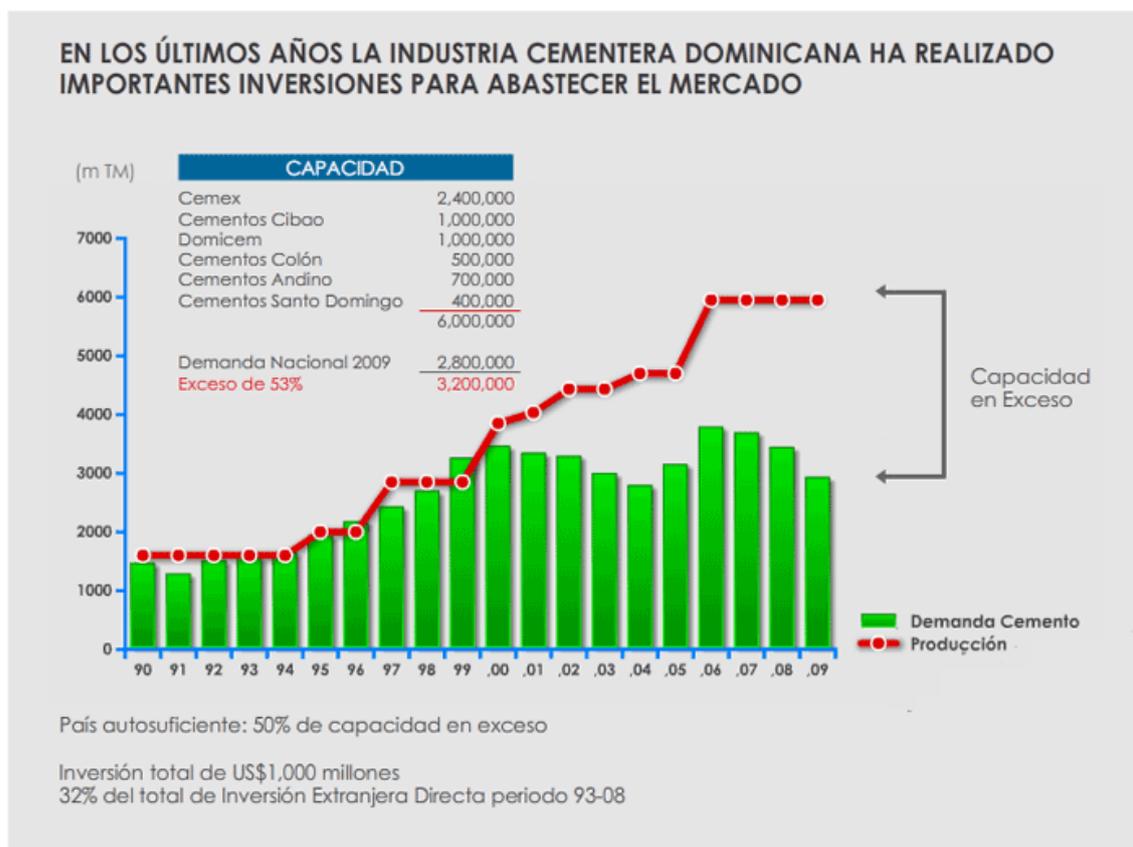
### **6.3. Producción de otros minerales y materiales con impurezas de mercurio**

#### **6.3.1 Producción de cemento**

##### **Características de la instalación, datos disponibles y otras consideraciones**

La producción de cemento de la República Dominicana está compuesta por seis (6) plantas cementeras: Cemex Dominicana (San Pedro de Macorís), Cementos Cibao (Santiago - Baítoa), DOMICEN (San Cristóbal), Cementos Colon (Palenque-San Cristóbal), Cementos Andino (Pedernales), Cementos Santo Domingo (Azua). La producción está concentrada en el mismo orden en que han sido mencionadas, aunque todos producen cemento portland utilizan hornos secos y húmedos, que trabajan a temperaturas de hasta 1450 °C, y tienen

filtros mangas para control de emisiones de partículas. Las producciones de clinker y cemento fueron recopiladas mediante comunicaciones escritas, telefónicas y visitas que corresponden al 2010, para esta investigación se han tomado las producciones de los años 2008 y 2009.



Fuente: ADOCEM

**Determinación de la tasa de actividad, los factores de entrada y los factores de distribución de salidas para las diferentes etapas del ciclo de vida.**

Tasa de actividad: Producción de clinker ton/año

Empresa	Ton M/año de clinker
Cemex Dominicana	Valor promedio (2008-2009) para ambas cementeras
Cemento Andino	
<b>Valor promedio</b>	<b>1,781,324</b>

Tasa de actividad: Producción de cemento ton/año

Empresa	Ton M/año de cemento
Cemex Dominicana	Valor promedio (2008-2009) para las seis
Cemento Cibao	
DOMICEN	

	<b>cementeras</b>
<b>Cemento Colón</b>	<b>3,137,500</b>
<b>Cemento Andino</b>	
<b>Cemento Santo Domingo</b>	

### Emisión de Mercurio al aire por la producción de Clinker

Factores: Aire (producto 0.1 – 6 g Hg/t (clinker), recomendado por el toolkit

Cálculo de emisiones al aire

Factores de emisiones de Mercurio al aire por la producción de clinker	Tasa de actividad (ton/año) <b>1,781,324</b>	Factor mínimo de emisión (g Hg/t) 0.1 /10 <sup>3</sup> Kg/t	(Kg. Hg/a) <b>178.13</b>
		Factor máximo de emisión (g Hg/t) 6 /10 <sup>3</sup> Kg/t	<b>10,678.94</b>

### Emisión de Mercurio al aire por la producción de cemento

Factores: Aire (producto 0.02 – 0.1 g Hg/t cemento), recomendado por toolkit

Cálculo de emisiones al aire

Factores de emisiones de Mercurio al aire por la producción de cemento	=	Tasa de actividad (ton/año) <b>3,137,500</b>	*	Factor mínimo de emisión (g Hg/t) 0.02 10 <sup>3</sup> Kg/t	=	(Kg. Hg/a) <b>62.75</b>
				Factor máximo de emisión (g Hg/t) 0.1 /10 <sup>3</sup> Kg/t		<b>313.75</b>

### C.- Resumen de resultados liberaciones totales calculadas para todas las vías y todas las etapas de la producción de cemento.

<b>Liberaciones</b>	<b>Mínimas (Kg. Hg/año)</b>	<b>Máximas (Kg. Hg/año)</b>
Aire	62.75	313.75
Agua	0	0
Tierra	0	0
Producto		
Tratamiento general de desechos	0	0
Tratamiento específico de	0	0

desechos		
<b>Total de liberaciones</b>	62.75	313.75

### **6.3.2 Producción de pulpa y papel**

De acuerdo a la información suministrada por el Ministerio de Industrias y comercio y de los distribuidores de artículos y productos de papel, en el país no existe la industria de producción primaria de papel, el que se utiliza en la industria nacional es papel importado desde los Estados Unidos de América, Brasil, Canadá y otros.

Tomando en consideración que las vías de liberaciones para este producto solo son significativas durante la producción de la misma (según el instrumental), se deduce que las contribuciones de liberaciones en la etapa de ciclo de vida correspondiente al uso del producto son nulas.

### **6.3.3 Producción de cal y hornos de agregados ligeros**

Se espera que el mercurio esté presente en muy pequeñas cantidades en la piedra caliza y algunos combustibles. Se espera que todo el mercurio presente en las materias primas se libere a la atmósfera a partir de los hornos.

El área de estudio es considerada la mayor productora del país, se encuentra en la provincia San Cristóbal, en la región sur.

La producción de cal en República Dominicana se divide en dos renglones:

- Producción artesanal de cal
- Producción de Cal Industrial

#### **➤ Producción artesanal de cal**

Esta consiste en la calcinación de la roca caliza en hornos capacidad desde 6,12, y 18 metros cúbicos fabricados con piedras, con la mitad soterrada y la otra mitad al aire libre. Luego de calcinada la roca ésta pasa a un proceso de trituración y envase.

Como combustible utilizan neumáticos usados en un promedio de 1000 mensual por cada horno, en total serían 100,000 neumáticos utilizados por mes, 1,200,000 neumáticos al año para la producción de cal artesanal.

En total la Asociación cuenta con 100 hornos productores distribuidos en dos comunidades, 80 hornos en la comunidad de Mira Cielo y 20 en la comunidad de dios Dirá. Las piedras caliza que utilizan como materia prima provienen de la comunidad de Dubó

En vista de que este sistema de producción no cuenta con un dato de la cantidad de materia prima utilizada para producir una tonelada métrica de cal se utilizó la información del instrumental (pag. 158) en promedio se utilizan 2 toneladas de piedra caliza por cada tonelada métrica de cal producida. De igual forma en este sistema de producción no se

realizan analíticas específicas que arrojen un dato que determinen el factor de entrada de mercurio en el proceso, por lo que se procedió a utilizar el factor de emisiones que presenta el instrumental el cual es de 0.0055 gramos de mercurio por toneladas métricas de producción de cal.

La producción de cal de estos 100 hornos oscila entre 60 y 70 mil sacos mensual con capacidad de 50 libras un total de 3,250,000 libras por mes. 1474.175 toneladas métricas mensuales, **17,690.1 toneladas métricas por año**. Esto significa que se están utilizando 2,948.35 toneladas de roca caliza mensual aproximadamente, 35,380.2 toneladas de materia prima por año.

Esta forma de producción no cuenta con sistema de control de emisiones, en este caso se asume que las emisiones son 100% al aire.

Debido a que en este proceso no se realizan análisis de la materia prima no se conoce concentraciones de mercurio en el mismo, en este sentido se asumirán los factores que ofrece el instrumental (Tool Kit) para esta Subcategoría.

**Cuadro No. 9. Emisiones de mercurio durante la producción artesanal de cal**

Producción de cal	Producción	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)
<b>Tasa de actividad (ton/año)</b>	<b>17,690.1</b>	-
<b>Factor de entrada (g/ton)</b>	<b>0.055</b>	-
<b>Factores de distribución de salida</b>		
Aire	1	-
Agua	0.0	
Suelo	0.0	
Tratamiento General de Desechos	0.0	
Tratamiento Específico de Desechos	0.0	
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>		
Aire	-	0.973

### ➤ Producción de Cal Industrial

Existen dos plantas dedicadas a la producción industrial de Cal, Industrias GAT, S.A, y Dominicana de Cales (DOCALSA), estas procesan la cantidad de Cincuenta Mil (50,000) toneladas métricas anuales y diez y seis mil quinientas (16,500) respectivamente.

El procesamiento, solo comprende pulverizado la materia prima en su estado natural, lográndose un Carbonato de Calcio pulverizado en estado natural, sin ninguna alteración. El Carbonato de Calcio de muy alta pureza tiene una gran variedad de uso y se utiliza como materia prima en diferentes procesos de producción.

Las plantas mantienen un sistema de control y de recolección de sólidos. Se utilizan colectores de polvo dándoles el siguiente uso: separar los sólidos del aire, en el proceso de

pulverización, y o está conectado a un sistema de recolección general de planta, donde el aire del ambiente es filtrado.

Además de los colectores de polvo una de las empresa cuenta con cinco casas con filtro de mangas, capaces para manejar 200,000 cfm. El sistema de limpieza de las casas de filtro es permanente, mediante válvulas solenoides que controlan electrónicamente la limpieza de cada manga, mediante inyecciones de aire comprimido tratado. El proceso es recurrente y trabaja en serie.

Los sólidos resultantes, son devueltos mecánicamente al proceso de producción. Según especificaciones de una de las empresas el porcentaje de eficiencia en el sistema de control de emisiones es de aproximadamente 85%.

### Emisiones de mercurio durante la producción industrial de cal

Producción de cal	Producción	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)
<b>Tasa de actividad (ton/año)</b>	66,500	-
<b>Factor de entrada (g/ton)</b>	<b>0.055</b>	-
<b>Factores de distribución de salida</b>		
Aire	1	-
Agua	0.0	
Suelo	0.0	
Tratamiento General de Desechos	0.0	
Tratamiento Específico de Desechos	0.0	
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>		<b>3.66</b>
Aire	-	0.55 (15%)*
Producto		3.11 (85%)*

\*Este porcentaje es calculado en base al sistema de control de emisiones.

### Emisiones totales por esta Subcategoría

	Cantidad de Hg emitidas en Kg.
Producción artesanal	0.973
Producción Industrial	3.66
<b>Total</b>	<b>4.63</b>

## 6.4. Productos de consumo con uso deliberado de mercurio

### 6.4.1 Termómetros con mercurio

Las liberaciones de mercurio por termómetros pueden ocurrir a partir de la producción, el uso y la disposición después de su uso. En el país no se producen termómetros de mercurio. Estas liberaciones pueden ocurrir en diversas fuentes, ya que los termómetros están sellados, la liberaciones no ocurren durante su uso a menos que el termómetro se rompa, en este sentido las emisiones a considerar en este inventario serán en la etapa de disposición.

Cuando un termómetro se rompe el mercurio se libera a diversos medios (aire, tierra y aguas residuales).

La información recabada en la base de datos de la Dirección General de Aduanas sobre las importaciones de termómetros no fue posible clasificar por tipo y sector, en este sentido se asumirá el contenido de mercurio de termómetros para usos médicos, el cual oscila en un rango de 0.5 - 1.85 gramos de mercurio por artículo (g Hg/termómetro).

Los datos sobre las tasas de roturas de termómetros son muy limitados, hay diferentes porcentajes que van desde un 5% hasta un 50 %. De los termómetros rotos se asume que el 20% del mercurio termina en las aguas residuales, 10% se volatiliza y el 70% en los residuos. El instrumental cita un estudio (Barr 2001) que establece estas cantidades por tasas de rotura.

Según datos de la Dirección General de Aduanas, entre el año 2008 y 2009 se importaron 276,620 termómetros de mercurio.

#### Cuadro No. 10 Emisiones de Mercurio por termómetros

Cantidad de termómetros importados	Tasa de Rotura	Contenido de mercurio (g de Hg/termómetro)	Cantidad de mercurio en Kg.
	50%	0.5 - 1.85	
276,620	138,310 termómetros rotos	69,155 – 255, 873.5	69.16 - 255.87
<b>Factores de distribución de las salidas</b>			
Aire		0.10	
Agua		0.20	
Suelo		0.0	
Productos		0.0	
Tratamiento de desechos generales		0.70	
Tratamiento de desechos específicos por sector		0.0	
<b>Salidas/liberaciones calculadas a:</b>			
Liberaciones al agua	69.16(0.2) – 255.87(0.20)		13.83 - 51.17 Kg
Liberaciones al aire	69.16(0.1) – 255.87(0.10)		6.9 – 25.59 Kg
Liberaciones a los desechos generales	69.16(0.7) – 255.87(0.70)		48.41 - 179.11 Kg

## 6.4.2 Fuentes de Luz con mercurio

El mercurio se encuentra en pequeñas cantidades en las lámparas. En el país no se producen lámparas de mercurio. Para esta Subcategoría se analizaron las importaciones de lámparas de los años 2008 y 2009, registradas en las bases de datos de la Dirección General de Aduanas quien suministró la información.

La mayoría de las lámparas importadas son fluorescentes lineales y lámparas fluorescentes compactas. Las cantidades de mercurio contenidas en cada lámpara varían dependiendo de la capacidad y el fabricante. De acuerdo a los datos analizados de las importaciones las cantidades varían entre 0.035 – 0.045 gramos de mercurio por lámpara.

Las liberaciones de mercurio a considerarse en el país son por la disposición, ya que la gran mayoría se maneja como desecho sólido común en los vertederos. Para calcular las emisiones de mercurio por esta fuente se agruparon por capacidad y se determinó la cantidad de mercurio de acuerdo a estas capacidades.

### Importaciones de lámparas y bombillas durante los años 2008-2009

Capacidad	Cantidad Lámparas	Concentración Gramos	Cantidad total de Hg por capacidad en Gramos	Cantidad de Hg en Kg.
0004 WATTS	223286	0.035 g	7818	8
0007 WATTS	5218	0.035 g	183	0.183
0010 WATTS	59	0.035 g	2	0.002
0012 WATTS	2917	0.035 g	102	0.102
0013 WATTS	13879	0.035 g	486	0.485
0015 WATTS	14022	0.035 g	491	0.491
0018 WATTS	13653	0.035 g	478	0.478
0020 WATTS	21567	0.035 g	755	0.75
0022 WATTS	6878	0.035 g	241	0.24
0024 VOLTIOS	431	0.035 g	15	0.015
0025 WATTS	5092	0.035 g	178	0.178
0026 WATTS	4179	0.035 g	146	0.146
0032 WATTS	31838	0.035 g	1114	1.1
0035 WATTS	8556	0.035 g	599	0.299
0036 WATTS	7178	0.035 g	251	0.251
0040 WATTS	3042	0.035 g	107	0.106
0040 WATTS	31297	0.035 g	1408	1.5
0045 WATTS	2002	0.035 g	70	0.07
0050 WATTS	65249	0.035 g	2284	2.25
0054 WATTS	667	0.035 g	24	0.02

Capacidad	Cantidad Lámparas	Concentración Gramos	Cantidad total de Hg por capacidad en Gramos	Cantidad de Hg en Kg.
0055 WATTS	732	0.035 g	25	0.025
0056 WATTS	82	0.035 g	3	0.003
0065 WATTS	6067	0.035 g	213	0.212
0070 WATTS	835	0.045 g	38	0.035
0075 WATTS	452	0.045 g	183	0.1825
0080 WATTS	3818	0.045 g	172	0.172
0084 WATTS	20	0.045 g	1	0.001
0100 WATTS	31760	0.045 g	1429	1.4
0110 VOLTIOS	31011	0.045 g	1396	2.35
0110 WATTS	182	0.045 g	4	0.004
0120 VOLTIOS	25981	0.045 g	1169	2.125
0175 WATTS	11066	0.045 g	523	0.5
0220 WATTS	1	0.045 g	0.0225	0.00002
0300 WATTS	188	0.045 g	9	0.0085
0400 WATTS	814	0.045 g	37	0.0365
0500 WATTS	5537	0.045 g	249	0.249
0575 WATTS	25	0.045 g	1.12	0.0005
0750 WATTS	12	0.045 g	0.56	0.0005
1000 WATTS	1907	0.045 g	86	0.086
1500 WATTS	160	0.045 g	7.2	0.007
00015 WATTS	10,000,000 (Gobierno)	0.035	350,000	350
<b>Total</b>	<b>10,686,499</b>		<b>375,957.90</b>	<b>375.96</b>

De acuerdo a las informaciones levantadas durante el inventario se confirmó que 5 empresas están recolectando y triturando lámparas fluorescentes. Dos de estas son empresas que se dedican a gestionar residuos peligrosos.

En revisión de los Informes de Cumplimiento Ambiental de estas empresas se obtuvo la siguiente información:

Cantidad de lámpara gestionadas	Cantidad promedio de mercurio por lámpara	Cantidad total de mercurio en gramos	Cantidad de mercurio en Kilogramos
27,093	0.035 g	948.26	0.95

Las lámparas que se gestionan con las cinco empresas mencionadas anteriormente fueron restadas al total de las importaciones antes del cálculo de las liberaciones.

**Cuadro No. 11 Emisiones de mercurio durante la disposición de lámparas**

<b>Disposición de lámparas</b>	<b>Importación de Lámparas</b>	<b>Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)</b>
<b>Tasa de actividad (cant. Lámparas /año)</b>	10,659,406	-
<b>Factor de entrada (g/lámpara)</b>	<b>0.035</b>	-
<b>Factores de distribución de salida</b>		
Aire	0.0	-
Agua	0.0	
Suelo	1	
Tratamiento General de Desechos	0.0	
Tratamiento Específico de Desechos	0.0	
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>		
Suelo	-	373.08

### **6.4.3 Pilas que contienen Mercurio**

Las pilas tipo botón utilizadas en relojes, cámaras digitales, alarmas etc. pueden tener un 30% de su peso en contenido de óxido de mercurio.

De acuerdo a las informaciones con que se cuenta en el país no se producen pilas de mercurio. El cálculo de esta Subcategoría no incluye productos importados que traigan pilas de mercurio en su interior.

Según datos obtenidos de importaciones de la Dirección General de Aduanas, en el país se importaron un promedio 25,644 pilas al país. Las pilas tipo botón tienen diferentes pesos que oscilan entre 0.58 – 5 gramos. Para el cálculo de esta fuente se asumirá un peso promedio de dos (2) gramos por pila.

Utilizando este dato el peso de las pilas importadas serían de 51,288 gramos, 51.29 kilogramos. El instrumental ofrece un factor de 320 kilogramos de mercurio por toneladas métricas de pilas.

Hasta la fecha no se conoce ningún mecanismo para disponer de forma adecuada las pilas en desuso, por lo que se asume que todas las pilas descartadas son enviadas a los vertederos o tiradas directamente al suelo.

**Cuadro No. 12 Emisiones de mercurio durante la disposición de pilas**

<b>Disposición de pilas</b>	<b>Importación de pilas</b>	<b>Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)</b>
<b>Tasa de actividad (ton/año)</b>	0.05129	-
<b>Factor de entrada (Kg/ton)</b>	<b>320</b>	-

<b>Factores de distribución de salida</b>		
Aire	0.0	-
Agua	0.0	
Suelo	1	
Tratamiento General de Desechos	0.0	
Tratamiento Específico de Desechos	0.0	
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>		
Suelo	-	16.41

## 6.5 Otros usos deliberados en productos/procesos

### 6.5.1 Amalgamas dentales de mercurio

Se consideró como una Subcategoría a seguir investigando, debido a que las informaciones recabadas tanto en las importaciones como en el Ministerio de Salud Pública sobre cantidades y distribución a nivel nacional de las amalgamas, no son suficientes para cuantificar las liberaciones al ambiente

### 6.5.3 Químicos y equipos de laboratorios

#### Reactivos de laboratorio

Los materiales y/o reactivos de laboratorio dependen de la oferta y demanda para determinadas pruebas, según las necesidades y a través de los proveedores.

Para el cálculo de las emisiones se han utilizado los datos que hasta el momento se han recibido por parte de las entidades a las que se les han solicitado. Los siguientes cálculos corresponden a seis (6) laboratorios, es necesario completar la información con los reactivos y equipos de otros laboratorios y universidades.

**Nota:** No fue posible conseguir información de cinco (5) universidades, no tenemos tabulado el número de los laboratorios faltantes.

#### Cuadro No. 13 Inventario del mercurio y compuestos de mercurio del almacén de Reactivos de Laboratorios y proveedores de la República Dominicana.

Reactivos compuestos	y/o	Cantidad (gramos)	Mercurio Estequiométrico (gramos)
Mercurio II, cloruro		20,000	14,779.48
Mercurio, nitrato		0.1	0.076
Mercurio II, yoduro		300	132.5
Mercurio, sulfato		6,000	4,079.93
Mercurio, óxido		2,000	1,770.93
Mercurio, acetato		875	676.44
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>29,175.1</b>	<b>21,439.36</b>

En la tabla, la cantidad potencial de liberaciones de mercurio es de 21.44 Kg., lo que representa el 73.47% del contenido de mercurio total de reactivos y/o compuestos en el país.

Si se divide, la cantidad total de liberaciones potenciales de mercurio entre 312 (punto de fusión del mercurio); se obtiene la tasa de liberación diaria, asumiendo actividades de rutina que utilicen estos compuestos, la cual será de 68.72g de Hg/día por laboratorio

Para esta subcategoría se han registrado 21.44 kg de mercurio por año.

#### A. Determinación de la tasa de actividad, los factores de entrada y los factores de distribución de salidas para las diferentes etapas del ciclo de vida

Tasa de actividad: 21.44 Kg. potencial de liberaciones de mercurio.

Factor de entrada: 40 Kg. Hg/t de productos que contienen mercurio (PNUMA, 2005).

Factor de distribución de salida, se asume que una gran parte del compuesto entrada al sistema de aguas residuales (80%); y un 18% al aire y 2% disposición.

#### B. Emisiones reactivos y/o compuestos químicos de laboratorios

Emisiones de mercurio por uso de químicos contienen mercurio	=	Tasa de actividad (Kg. /año)	*	Factor de emisión (Kg. Hg/t)	=	(Kg. Hg/año) 0.86
--	---	------------------------------	---	------------------------------	---	----------------------

#### C. Resumen de los resultados liberaciones totales calculadas para todas las vías y todas las etapas

Vía de liberación de Hg	Distribución de de las salidas	Cantidad liberada (Kg.Hg/año)
Aire	0.18	0.1548
Agua	<b>0.81</b>	0.6966
Suelo	<b>0.01</b>	<b>0.0086</b>
Productos		
Tratamiento general de desechos		
Tratamiento específico de desechos		
Liberaciones parciales		
<b>Total de liberaciones</b>		<b>0.86</b>

#### 6.5.4 Uso de metal mercurio en rituales religiosos y medicina tradicional



Durante las investigaciones realizadas para desarrollar el inventario esta fuente fue identificada en el país, pero no está identificada en el ToolKit del PNUMA.

Una empresa dedicada a la venta de productos y sustancias químicas en el país registro a través de aduanas la importación de 1,035 Kg de mercurio en forma elemental desde la República de Kirguistán. Este mercurio es vendido y distribuidos a todas las botánicas en la ciudad y una parte de las provincias, las cuales están en su mayoría ubicadas en el área de los mercados de venta de provisiones alimenticias.

Se visitaron los mercados más grandes en el distrito nacional, los cuales fueron:

Provincias	Mercados	Cantidad de Botánicas	Kg de mercurio vendido por año
Santo Domingo	Nuevo, Ave. Duarte	35	100.0kg
Santo Domingo	Modelo, Ave. Mella	30	75.0kg
Santo Domingo	Villa Consuelo	25	50.0 kg
Santo Domingo	Cristo Rey	2	10.0 kg
Santiago	Mercado	25	150.0 kg
Otras provincias	Distintos lugares	30	25.0 kg
<b>Total</b>		<b>132</b>	<b>410.0 kg</b>

La cantidad promedio estimada fue de 410.0 kg por año para esta fuente.

Hay personas que llevan el mercurio en una bolsa sellada o en el bolsillo como amuleto, otras que lo rocían en los pisos de sus hogares o automóviles, lo queman en velas y lo mezclan con sus perfumes.

En diversos pueblos se recomienda el uso de mercurio para atraer la buena fortuna en el amor, el dinero o la salud, y para protegerse del mal.

Se supone que las liberaciones de mercurio por este uso son básicamente a la atmósfera y aunque una cantidad mínima es al suelo.

## **6.6 Incineración de desechos**

### **6.6.1 Incineración de desechos municipales/generales**

No existen en el país incineradores de desechos municipales, hay incendios espontáneos de algunos vertederos en el país, sin embargo no se cuantifica la cantidad de desechos que se consumen durante estos incendios.

### **6.6.2 Incineración de desechos peligrosos**

En el país actualmente existen dos gestores autorizados para la gestión de residuos peligrosos, esta actividad empieza con la entrada en vigencia de la Ley 64-00, la cual exige a las empresas a darle una gestión integral de los residuos generados por sus actividades. El país cuenta con una incineradora localizada en la capital de la República, Santo Domingo, Alianza Innovadora de Servicios Ambientales (AIDSA) y otra en la segunda ciudad más grande del país, Santiago de Caballeros, Medio Ambiente e Industria (MIRSA).

Estas instalaciones no cuentan con sistemas de control de emisiones, por lo que sus emisiones pasan directo al aire. Para el cálculo de las tasas de entrada se estimaron los datos del año 2008 y 2009 de las dos empresas gestoras de residuos. Los promedios anuales se estiman según datos suministrados por las mismas en 2,634 ton/a para AIDSA en los últimos dos años, mientras que MIRSA incinero unos 1,284.34 Ton/año. Estos datos arrojan un total de unas 3918,34 ton/a de residuos peligrosos incinerados a nivel nacional. Para la cuantificación de las tasas se utilizan los factores de mínimos y máximos de entradas sugeridos por el instrumental, pero no se incluye ningún factor de distribución para dispositivos de control, ya que estas instalaciones no cuentan con sistemas de control.

**A) Determinación de la tasa de actividad, los factores de entrada y los factores de distribución de salidas para las diferentes etapas del ciclo de vida.**

**B) Tasa de actividad:** 3, 918,34 Ton/a de residuos peligrosos (AIDSA/MIRSA).

**Factor de entrada:** 8-40 g de Hg/ton de residuos peligrosos (PNUMA)

**Factor de distribución de salida:** Aire 1.0 para incineradores sin control de emisiones, (PNUMA)

### **Cuadro No. 13 Emisiones de mercurio por la incineración de desechos peligrosos**

<b>Entrada total de mercurio en residuos peligrosos incinerados</b>			
<b>Tasa de</b>	3, 918.34 Ton/a	<b>Factor de entrada mínimo(g Hg/t de desechos</b>	Total
		<b>8/10<sup>3</sup></b>	3.13 Kg Hg/a

<b>actividad</b>		<b>Factor de entrada máximo de (g Hg/t de desechos)</b> 40/10 <sup>3</sup>	156.33 Kg Hg/a
<b>Liberaciones mínimas de mercurio por residuos peligrosos incinerados</b>	<b>Entrada mínimas-máximas total</b>	<b>Factor de distribución al aire</b>	<b>Total de liberaciones mínimas y máximas.</b>
	3.13 Kg Hg/a	1.0	<b>3.13 Kg Hg/a</b>
	156.33 Kg Hg/a	1.01.0	<b>156.33 Kg Hg/a</b>

Factor liberación al aire, sin control de emisiones 1.0 (PNUMA, 2005).

### 6.6.3 Incineración de desechos médicos

Los desechos médicos incluyen desechos infecciosos y no infecciosos generados en diversas instalaciones dedicadas a los cuidados de salud para personas, atención médica veterinaria o actividades de investigación realizadas en hospitales, clínicas, consultorios médicos y dentales, hogares para ancianos, clínicas y hospitales veterinarios, laboratorios médicos y facultades y unidades de investigación en medicina humana y veterinaria.

El contenido de mercurio en el flujo de los desechos médicos tiene su origen fundamental en los productos desechados o residuos de procesos con uso deliberado de mercurio. Las concentraciones de mercurio dependen directamente de las entradas de este metal a los desechos y, por ende, variarán considerablemente de país a país y en función de las circunstancias.

Los desechos médicos comprenden todo desecho generado en actividades médicas, independientemente de que éstas tengan lugar en un hospital y sean practicadas por médicos, dentistas u otro tipo de personal de salud.

Entre los desechos generados en este tipo de actividades destacan las secreciones, la sangre, los productos farmacéuticos y sus empaques y/o herramientas usadas para el tratamiento médico de personas o animales. Suele recurrirse a la incineración para destruir de manera confiable los virus, las bacterias y los agentes patógenos contenidos en estos desechos (PNUMA, 2003). Por "incinerador de desechos médicos" (IDM) nos referimos a cualquier dispositivo usado para quemar este tipo de desechos.

En el país existen dos instalaciones autorizadas a incinerar residuos biomédicos, son las mismas empresas que incineran residuos peligrosos. Estas empresas están ubicadas en dos grandes ciudades y dan servicio a unos veinte centros hospitalarios aproximadamente. Según datos de las empresas en sus reportes semestrales la cantidad de residuos médicos es de 611,3 toneladas por año.

Para el cálculo de esta Subcategoría se aplican factores por defecto debido a que a que no se dispone de datos específicos

**Cuadro No. 13 Emisiones de mercurio por la incineración de desechos médicos**

<b>Cantidad de desechos incinerados</b>	<b>Desechos</b>	<b>Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)</b>
---	-----------------	---

<b>Tasa de actividad (ton/año)</b>	<b>611,3</b>	-
<b>Factor de entrada por defecto (g/ton)</b>	<b>8-40</b>	-
<b>Factores de distribución de salida</b>		
Aire	1	-
Agua	0.0	
Suelo	0.0	
Tratamiento General de Desechos	0.0	
Tratamiento Específico de Desechos	0.0	
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>		
Aire		4.80-24.45

#### **6.6.4 Incineración informal de desechos.**

En el país hay incineración informal de desechos, sin embargo no se ha realizado una cuantificación de la cantidad de desechos que se incineran, en este sentido no es posible cuantificar la liberaciones de mercurio al ambiente por esta Subcategoría.

#### **6.7. Disposición de desechos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas residuales**

##### **6.7.1 Rellenos sanitarios/depósitos controlados**

El contenido de mercurio en los desechos obedece a tres grandes rubros, mercurio usado deliberadamente en productos desechados y residuos, impurezas naturales de mercurio y minerales y mercurio como contaminante traza antropogénica en grandes volúmenes de material.

La División geográfica de la República Dominicana está constituida por 32 provincias, 154 municipios y 228 Distritos municipales.

La provincia de Santo Domingo está constituida por cuatro municipios

1. Santo Domingo Este
2. Santo Domingo Oeste
3. Santo Domingo Norte
4. Boca Chica

La generación de residuos sólidos

Para los residuos peligrosos no hay clasificación ni confinamiento adecuado en los vertederos existentes, existen 5 vertederos que manejan cantidades importantes en todo el país, que recogen residuos sólidos comunes, los demás son vertederos municipales los cuales no cuentan con condiciones ni cuantifican los residuos, o sea no tienen sistema de pesaje.

Los rellenos sanitarios de mayor recolección son:

Vertedero Duquesa: cuenta con un sistema de pesaje, pero no existe una clasificación formal de los residuos, este recibe la mayoría de los residuos de la provincia de Santo Domingo.

El Vertedero de Duquesa es el más grande que existe en nuestro país, ocupando un área aproximada de 1, 572,500 de m<sup>2</sup>.

Se encuentra ubicado en el Municipio de Santo Domingo Norte, distante a menos de 500 metros de la comunidad de Duquesa y cerca de 1 kilómetro de la comunidad Los Cazabes, en las coordenadas geográficas W 69° 58' 03 " N 18° 34' 01".

El suelo es franco arcilloso en la parte superficial, caliza margosa en la parte inferior. A 1,857 metros de distancia, se encuentra el Aeropuerto Internacional El Higuero. El vertedero de la comunidad de Duquesa se inició en los años 90, aunque fue concebido como un relleno sanitario, aún es considerado como un "relleno sanitario en transición" debido a que presenta algunos puntos críticos, como es el escape de lixiviados, entre otros. Dentro del área propia del vertedero, se observan personas trabajando en la clasificación de los residuos (buzos), así como la presencia de animales pastando (vacas y cerdos).

**Tipo de contaminante:** residuos sólidos municipales.

**Tamaño aproximado del área:** 1, 572,500 m<sup>2</sup>.

**Profundidad aprox. con relación a la capa freática:** 8.38 m.

#### **VERTEDERO DE RAFEY** Ciudad de Santiago de los Caballeros

Está ubicado en la provincia de Santiago de los Caballeros, en la comunidad de Rafey, en el sector Cienfuegos, distante a menos de 100 metros del Barrio San Lorenzo y a unos 10 metros del Barrio Las Moscas, en las coordenadas geográficas son W 70° 45' 7.15" N 19° 28' 27.69". El suelo predominante es de tipo fluéntico, con diferentes clases de materiales en profundidad (franco arcilloso, en profundidad franco limoso).



El vertedero tiene entre 39 y 40 años de existencia. Dados los múltiples impactos sobre el medio ambiente y los problemas socioeconómicos derivados del manejo inadecuado del vertedero, el Gobierno está realizando las acciones correspondientes para el traslado de este vertedero a otra zona de la ciudad y convertir la operación en un relleno sanitario.

En la actualidad, una delegación de técnicos de la Agencia de Cooperación Japonesa (JICA) y funcionarios municipales, supervisan los trabajos de construcción del relleno sanitario que se está realizando en el vertedero de Rafey.

El cierre total del vertedero será completado en 6 meses, luego de que se termine la construcción de la primera fase del proyecto que abarcará un área de 500 mil metros cuadrados.

Dentro del área propia del vertedero, pastan vacas y cerdos.

**Tipo de contaminantes:** residuos sólidos municipales.

**Tamaño aproximado del área:** 84,375 m<sup>2</sup>.

**Profundidad aproximada con relación a la capa freática:** información no disponible.

**Precipitación anual:** 988 mm.

Dado que solo los vertederos de Duquesa y Rafey cuentan con sistemas de pesaje de los residuos sólidos colectados llevan controles estadísticos de dichos residuos, los demás vertederos no tienen sistema de pesaje en todo el país, estos son los vertederos de las dos ciudades principales y con el mayor porcentaje de habitantes, se puede asumir que entre los dos recogen el 50% de los residuos generados en todo el país. Para el cálculo de esta Subcategoría se tomaron los datos del año 2009.

Vertedero	Ton /año
Duquesa	1,373,077.25
Rafey	310,250.00
Total	1,683,327.25

**Cuadro No. 14 Emisiones de mercurio por desechos sólidos municipales**

Cantidad de desechos	Desechos	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)
Tasa de actividad (ton/año)	1,683,327.25	-
Factor de entrada por defecto (g/ton)	1-10	-
<b>Factores de distribución de salida</b>		
Aire	0.0	-
Agua	0.0	
Suelo	1	
Tratamiento General de Desechos	0.0	
Tratamiento Específico de Desechos	0.0	
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>		
Suelo		1,683.33- 16,833.27

### 6.7.2 Vertederos informales de desechos

Como se explicó en la Subcategoría de rellenos sanitarios y depósitos controlados solo existen dos (2) rellenos sanitarios en el país, uno en la provincia Santo Domingo y el otro en la provincia de Santiago en la región norte del país. El resto de las provincias de país depositan sus residuos en vertederos informales de desechos. Según recopilación de información de diferentes fuentes se realizaron estimaciones de muestreos de diferentes fuentes y fueron suministradas por la empresa prestadora de Servicios Ambientales INGENIERIA CIVIL Y DEL MEDIO AMBIENTE S.A., la generación de residuos sólidos que no se depositan en rellenos sanitarios es la siguiente:

### Generación de residuos sólidos por provincia

Provincia	Ton/día
La Altagracia	128.06
San Pedro de Macorís	212.29
La romana	154.65
Independencia	35.76
San Cristóbal	374.91
Samaná	64.64
Puerto Plata	220.00
Pedernales	14.92
Monte Cristi	78.10
Peravia	163.39
Monseñor Nouel	117.93
La Vega	270.94
Españat	158.36
Hato Mayor	41.10
Barahona	84.07
Maria Trinidad Sanchez	63.66
Monte Plata	84.60
Azua	97.96
Valverde	74.22
Duarte	112.01
Elías Piña	29.96
Santiago Rodriguez	27.97
San Juan	113.09
Salcedo	45.19
Sanchez Ramirez	70.91
El Seibo	41.87
Dajabón	29.10
Bahoruco	42.91
<b>Total ton/año</b>	<b>2,953 ton/día</b>

Esta generación diaria calculada por los 365 días del año arroja un total de 1,077,684 ton/año de residuos sólidos que se depositan en vertederos informales de desechos. Para el cálculo de de esta Subcategoría se utilizó el factor de entrada sugerido en el instrumental de 10g/ton desecho.

#### Cuadro No. 14 Emisiones de mercurio por desechos sólidos depositados en vertederos informales

Cantidad de desechos	Desechos	Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)
Tasa de actividad (ton/año)	1,077,845	-
Factor de entrada por	10	-

<b>defecto (g/ton)</b>		
<b>Factores de distribución de salida</b>		
Aire	0.0	-
Agua	0.0	
Suelo	1	
Tratamiento General de Desechos	0.0	
Tratamiento Específico de Desechos	0.0	
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>		
Suelo		10,778.45

### **6.7.3 Sistema de tratamiento de aguas residuales**

Para el caso de esta categoría, la República Dominicana cuenta con un sistema nacional de empresas y corporaciones de acueductos, alcantarillados, potabilización y tratamiento de aguas servidas y residuales instaladas en las diferentes regiones y provincias del país. Según los datos suministrados por el Instituto Dominicano de Recursos Hidráulicos (INDRHI), el país cuenta con una disponibilidad de agua de unos 2,500 M<sup>3</sup> Percápita/año, el cual es un índice bastante importante para la administración del agua en el país. En la actualidad para el año 2007,2008 se contaba con una capacidad instalada que trata y procesa unos 303, 282,955 M<sup>3</sup>/año de aguas residuales y servidas.



En la gran mayoría de las plantas con que cuenta el sistema nacional de tratamiento de aguas residuales, el sistema de tratamiento utilizado en la mayoría de los casos consiste en: Tratamiento primario, secundario: laguna aeróbica, anaeróbica, facultativa y lodos activados.

Para cuantificar las cantidades de mercurio presente en las aguas residuales tratadas y desechos generales a nivel nacional se utilizan los valores suministrados por el instrumental, el cual da factores por defecto de entrada con valores mínimos y máximos para esta subcategoría, como también para su distribución a los diferentes medios. El uso de estos factores se debe a que no contamos con estudios que presenten concentración de mercurio en aguas residuales, lodos y sedimentos.

**Determinación de la tasa de actividad, los factores de entrada y los factores de distribución de salidas para las diferentes etapas del ciclo de vida:**

**Tasa de actividad:** 303 282 955 M<sup>3</sup>/año= 303 282 955 000 l/a.

**Factores de entrada por defecto:** 0.5–10 µg de Hg/l de aguas residuales (mínimo - máximo) (PNUMA, 2005).

**Entradas calculadas:** Se utiliza los factores mínimos y máximos indicados en el Instrumental.

**Cuadro No.15 Emisiones de mercurio por el tratamiento de aguas residuales**

<b>Entrada total de mercurio por aguas residuales</b>	<b>Total de aguas residuales</b>	<b>Liberaciones calculadas a partir de la sección del ciclo de vida evaluada (Kg de Hg)</b>	
<b>Tasa de actividad (l/año)</b>	303 282 955 000 l/a.	-	
<b>Factor mínimo por defecto de entrada(µhg/l)</b>	0.5µ Hg/l/10 <sup>9</sup>	<b>Mínima</b> 151.64 Kg hg/a	
<b>Factor máximo por defecto de entrada (µ hg/l)</b>	10 µ Hg/l /10 <sup>9</sup>	<b>Máximo</b> 3,032.82 Kg Hg/a	
<b>Factores de distribución de salida</b>			
Aire	0.0		
Agua	0.9		
Suelo	0.0		
Tratamiento General de Desechos	0.1		
Tratamiento Específico de Desechos	0.0		
<b>Salidas/liberaciones Calculadas</b>			
<b>Total de salidas de mercurio por aguas residuales</b>	Entrada total Mínima 151.64 kg Hg/a	Liberación al agua 0.9 Liberación a desechos Generales 0.1	136.47 Kg Hg/a 15.16 Kg Hg/a
<b>Total de salidas de mercurio por aguas residuales</b>	Entrada total Máxima 3,032.82kg Hg/a	Liberación al agua 0.9	2,729.5 Kg Hg/a 303.2 Kg
<b>Total de liberaciones(Kg Hg/a)</b>	Min- <b>318.36</b>	Max- <b>2,865.97</b>	

Factor de distribución de salidas: 0.9 al agua (PNUMA, 2005)  
0.1 a desechos generales (PNUMA, 2005)

## 6.8. Crematorios y cementerios

### 6.8.1 Crematorios

Solo una funeraria realiza crematorio en el país, pero esta fuente no es significativa porque por razones culturales los difuntos son enterrados de manera tradicional no cremados, y cuando suele realizarse esta práctica las piezas dentales que han sido reparadas con amalgamas de mercurio son retiradas antes del crematorio. Según las informaciones suministradas por la Funeraria se realiza un promedio de 15 crematorios por mes, multiplicada por 12 son unos 180 crematorios por año. Si tomamos en cuenta que se realiza la práctica de extracción dental antes del crematorio esta fuente resulta no significativa para los fines del inventario.

### 6.8.2 Cementerios

Según los datos estadísticos del país, la tasa de mortalidad durante los años 2008 y 2009 fueron 5.3 y 5.2 por cada 10000, habitantes respectivamente, las poblaciones fueron: 2008: 9,507,133 y el 2009 : 9,659,054

#### Cuadro N ° Estimación de liberaciones de mercurio por disposición de Cadáveres en cementerios

**Factor de emisión Liberación de Hg Vía de Liberación:** 1-4 g Hg/cadáver

	Cadáveres	Factor de emisión en Kg	Emisiones liberadas	Vía de liberación
Año 2008	47,703	1-4 g Hg/cadáver	47.70 - 180.81 kg/a	Suelo
Año 2009	50,180		50.18 - 200.27 kg/a	Suelo

Nota : se utilizó el factor de emisión de 1-4 g de Hg por cadáver debido a que la fuente de datos no es precisa para otros factores

La mayoría de liberaciones se dan en la Subcategoría de Cementerios, ya que el servicio de Cremación resulta ser más costoso, no obstante si los costos de estos servicios fueran similares se infiere que la magnitud de las liberaciones de mercurio fueran mayores durante la cremación.

## 6.9. Identificación de puntos calientes potenciales

Durante las consultas con los diferentes sectores tanto en la fase del desarrollo del análisis situacional, como durante el desarrollo de este inventario no se encontró información de que históricamente en el país se hayan llevado a cabo actividades que utilicen mercurio elemental como materia prima en sus procesos, ni demostración con datos de sitios contaminados con mercurio en el país.

## 7. Fuentes no cuantificadas en este inventario

## **7.1 Fuente Marina:**

Del naufragio de dos embarcaciones, El Conde Toloso, y La Nuestra Señora de Guadalupe en la costa de la Isla de Santo Domingo, los cuales zarparon del Puerto de Cáliz en Empeña, en el año 1724 con destino a Veracruz México, para descargar 400 Toneladas de mercurio el cual se utilizaba en la extracción de oro de la Corana Española en el Nuevo mundo, quedaron depositadas una 450 toneladas de mercurio en la Bahía de Samaná al este de Santo Domingo, provenientes de las cargas de ambas embarcaciones. (Fuente) Arqueología submarina en la República Dominicana (Pedro J. Borrel Museo de las Casas reales, comisión de rescate Arqueológico Submarino. Grupo de investigación Submarina. (GIS), Santo Domingo República Dominicana, impresión Amigos del Hogar, derechos Reservados, Segunda Edición.1983.

El 12 de octubre de 1977 fueron encontradas las embarcaciones naufragas que habían permanecido en la Bahía de Samaná por 253 años .La caja y los barriles están llenos de arena la cual contiene pequeñas cantidades de mercurio, las cuales debido a su peso van rodando hacia el fondo a medida de que se excavan a su alrededor. Las gotas de mercurio cuando caen en la arena se entierran muy profundamente y es posible que toda la carga que era de 400 Toneladas hayan ido a parar al fondo rocoso marino donde quizás estén aun contenidas.

Grupo técnico encargado de la ejecución del inventario

Dinorah Mejía, M. Sc, Consultora Nacional

Elsa Ferreras, M. Sc, Coordinadora

Ing. Ana Mendoza, Asistente Técnica

Ing. Deysi Sanchez, Asistente Técnica

Carlos a. Rodríguez, M. Sc. Asistente Técnico

Kenia Feliz M. Sc, Asistente Técnica

Junio de 2010

## 7.2 Biocidas y plaguicidas

Esta fuente no ha sido considerada en el inventario porque desde el año 1991 los plaguicidas formulados con sales inorgánicas de mercurio fueron prohibidos mediante decreto del poder ejecutivo.217-91

## 7.3 Fundición de chatarras

El mercado de chatarras en la República Dominicana está basado en la recolección para la exportación, porque no existe la fundición masiva a nivel nacional.

## 7.4 Industrialización de cloro álcalis

La producción de cloro en el país no está basada en los procesos de cloro álcalis, el cloro se importa de diferentes países: Colombia, Chile, Perú. Este viene en cilindros en forma gaseosa o líquida y se le exige las especificaciones técnicas y grado de pureza. Estas informaciones fueron suministradas por los productores de cloro.

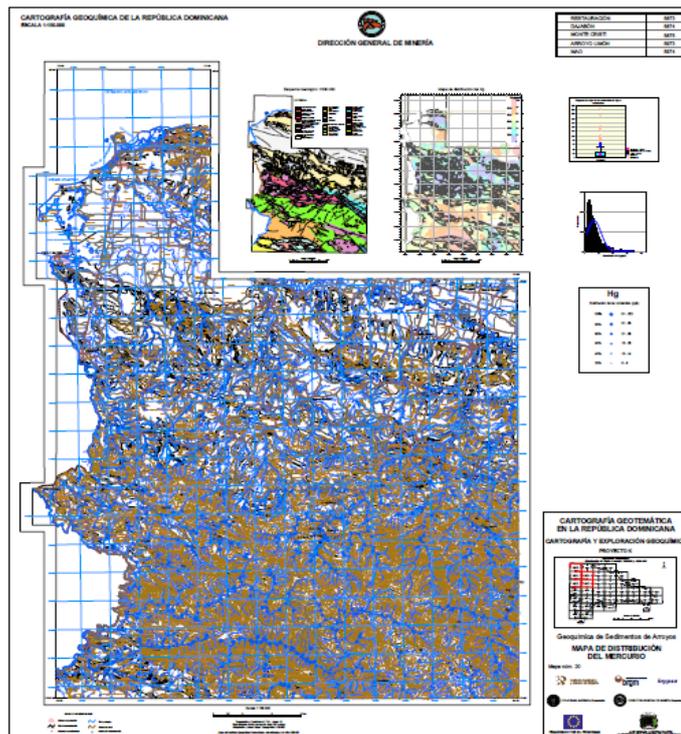
## 7.5 Estudio de la geoquímica

Este estudio se inscribe en el marco del Proyecto “Cartografía Geotemática en la República Dominicana”, que se desarrolló entre Enero de 1997 y Enero de 2000. Está financiado íntegramente por la Unión Europea con fondos del Programa SYSMIN, cuyo principal objetivo es la promoción del conocimiento y desarrollo del sector geológico-minero del país. En este proyecto, además del presente subproyecto de geoquímica, se han desarrollado otras cartografías geológicas y temáticas (entre ellas las de recursos minerales) en el mismo área.

En definitiva, puede decirse que los objetivos de este estudio son de tipo **exploratorio** (delimitación de posibles áreas o distritos con interés metalogénico) y de tipo **infraestructural (cartografía geoquímica)**.

Para ello, la metodología general seguida ha sido la siguiente:

- Realización de una campaña geoquímica de orientación o piloto para la definición de los parámetros principales de la campaña de exploración y cartografía.



- Toma de muestras de sedimentos de corriente, para estudiar el comportamiento de los elementos que se movilizan o dispersan fundamentalmente en forma química (dispersiones químicas).
- Toma de muestras complementaria a la anterior, para obtener concentrados de batea (minerales pesados) y definir la distribución de los elementos ligados a minerales resistentes a la meteorización (resistatos) y que se dispersan esencialmente en forma mecánica.
- Preparación y análisis multielemental de las muestras de sedimentos de corriente.
- Preparación y estudio mineralométrico de los concentrados de fondo de batea.
- Tratamiento estadístico y gráfico de los datos geoquímicos y mineralométricos, integración e interpretación final.

### Estudio estadístico

<b>LIMITES DE DETECCIÓN</b>					
<b>Grupo determinado por Activación Neutrónica</b>					
Au	2 ppb	Hf	1 ppm	Se	3 ppm
As	0,5 ppm	Hg	1 ppm	Sm	0,1 ppm
Ba	50 ppm	Tr	5 ppb	Sn	0,1%
Br	0,5 ppm	La	0,5 ppm	Ta	0,5 ppm
Ce	3 ppm	Lu	0,05 ppm	Th	0,2 ppm
Co	1 ppm	Na	0,01%	Tb	0,5 ppm
Cr	5 ppm	Nd	5 ppm	U	0,5 ppm
Cs	1 ppm	Rb	5 ppm	W	1 ppm
Eu	0,2 ppm	Sb	1 ppm	Yb	0,2 ppm
Fe	0,01 ppm	Sc	1 ppm	S	0,1%

Tabla nº 1.- Elementos traza y mayores analizados y técnica empleada

En la tabla nº 2 se representan los principales parámetros estadísticos de las distribuciones de las variables geoquímicas. Destacan, por la gran diferencia entre el margen o rasgo de variación y el estimador de la tendencia central (media o mediana), elementos como Au, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Sb, V, S, Th, U. Ello es debido, en algunos casos, a la presencia, en la zona, de litologías geoquímicamente muy contrastadas, en el caso de algunos de ellos, y a la existencia de numerosos valores anómalos o atípicos en otros. Por el contrario, otros elementos tienen margen de variación nulo, indicando que no tienen variaciones medibles, por estar todas las concentraciones por debajo de su límite de detección (Hg, Ir), o muy bajo (Sn), siendo por lo tanto su importancia y consideración nulas a partir de ahora.

## **7. DATOS DE APOYO**

Para la elaboración de este inventario se consultaron diferentes fuentes de información. El levantamiento de las informaciones consistió en solicitar informaciones a través de comunicaciones oficiales a los diferentes sectores relacionados con las fuentes de liberación identificados en el análisis situacional elaborado en la fase inicial de este inventario. Se visitaron instituciones y empresas para recopilar datos que sustentan los cálculos sobre emisiones que se encuentran en este inventario.

## **8. CONCLUSIONES**

Al concluir el desarrollo del **Inventario Nacional de Emisiones de Mercurio** en República Dominicana y consensuado con los diferentes sectores que tienen acción directa e indirecta en el tema podemos concluir que:

- La República Dominicana no manufactura productos que contienen mercurio, por lo que el enfoque de ciclo de vida aplica para las etapas de uso y disposición final.
- Hay una necesidad de fortalecimiento de bases de datos que cuantifiquen las emisiones de mercurio al ambiente.
- De las principales fuentes de emisiones de mercurio y/o productos contempladas en el Instrumental que provee el PNUMA para la realización de inventarios, se ha identificado la existencia de la mayoría de estas fuentes en el país a excepción de producción de Cloro álcali y pasta de papel. De estas fuentes identificadas solo los plaguicidas mercuriales tienen prohibición para importación y uso en República Dominicana.
- Las principales categorías de fuentes de emisión de mercurio son: Disposición de Desechos/ Relleno Sanitario, Producción de otros minerales y materiales con impurezas de Mercurio (Producción de Cemento), Productos de consumos de uso deliberado de mercurio (lámparas, termómetros, pilas) y producción de energía, respectivamente.
- Las vías de salida de las Emisiones de Mercurio son: 8.81% al Agua, 35.52% al Aire, 54.12% al Suelo, 0.01% en Producto y 1.53% a los desechos/ Residuos.

## **9. BIBLIOGRAFIA**

- Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones de mercurio, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Productos Químicos, borrador preliminar, Noviembre de 2005.
- Sistema de Información Energético Nacional, Plan Energético Nacional de República Dominicana, Comisión Nacional de Energía, 2004-2015.

- Dirección de Planificación, Unidad de Incendios Vice-ministerios de Recursos Forestales (2009).
- Estadísticas 2010, Asociación Dominicana de Cemento Portland (ADOCEM)
- “Cartografía Geotemática en la República Dominicana”, que se desarrolló entre Enero de 1997 y Enero de 2000.
- Arqueología submarina en la República Dominicana (Pedro J. Borrel Museo de las Casas reales, comisión de rescate Arqueológico Submarino. Grupo de investigación Submarina. (GIS), Santo Domingo República Dominicana, impresión Amigos del Hogar, derechos Reservados, Segunda Edición.1983.

Grupo técnico encargado de la ejecución del inventario

Dinorah Mejía, M. Sc, Consultora Nacional

Elsa Ferreras, M. Sc, Coordinadora

Ing. Ana Mendoza, Asistente Técnica

Ing. Deysi Sanchez, Asistente Técnica

Carlos a. Rodríguez, M. Sc. Asistente Técnico

Kenia Feliz M. Sc, Asistente Técnica

Junio de 2010