



GOBIERNO DE CHILE  
COMISIÓN NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

# **Plan Nacional de Gestión de Riesgos del Mercurio**

**Septiembre 2008**

## Índice

Índice .....	2
Listado de Acronimos.....	3
1 Introducción .....	4
2 Diagnóstico .....	6
2.1 Análisis de los Riesgos de exposición a las diferentes especies de Mercurio .....	7
2.1.1 Riesgos a la salud y el Medioambiente .....	8
2.1.2 Rutas de Entrada y efectos en el organismo .....	9
2.2 Análisis de la Situación Actual en el País .....	12
3 Objetivos .....	20
3.1 Objetivo General.....	20
3.2 Objetivos Específicos.....	20
4 Líneas de Acción .....	21
5 Plan de Acción .....	26
6 Referencias.....	36

## Listado de Acrónimos

CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente.

CNE: Comisión Nacional de Energía

DGA: Dirección General de Aguas.

DIRECTEMAR: Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante.

MINSAL: Ministerio de Salud.

MINSEGPRES: Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

MOP: Ministerio de Obras Públicas.

RETC: Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

SAG: Servicio Agrícola y Ganadero.

SERNAGEOMIN: Servicio Nacional de Geología y Minería.

SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios.

SONAMI: Sociedad Nacional de Minería

CEPIP: Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas

SERNAC: Servicio Nacional del Consumidor

MINEDUC: Ministerio de Educación

ENAMI: Empresa Nacional de Minería

SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles

SII: Servicio de Impuestos Internos

COCHILCO: Comisión Chilena del Cobre

PPEE: Programa País Eficiencia Energética

# 1 Introducción

El Consejo de Administración del PNUMA en su sesión 22 celebrado el 2003, decidió que para el metal mercurio (Hg) existían pruebas suficientes de consecuencias nocivas importantes a nivel mundial, que justificaban la adopción de medidas a nivel internacional (Decisión 22/4 V). En respuesta a dicha decisión, el PNUMA en su División de Productos Químicos, estableció un Programa sobre el Mercurio. Este programa, en cooperación y consulta con otras organizaciones competentes, facilita y presta asistencia técnica y desarrolla actividades de creación de capacidad en apoyo de las actividades nacionales encaminadas a adoptar medidas sobre la contaminación causada por este metal.

Asimismo, el Consejo de Administración del PNUMA, en su 23º período de sesiones, celebrado el 2005, encargó al Director Ejecutivo instar a los gobiernos, organizaciones intergubernamentales, organizaciones no gubernamentales y sector privado a crear y establecer asociaciones de manera clara, transparente y responsable, como uno de los enfoques para reducir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente procedentes de la liberación del mercurio y sus componentes (Decisión 23/9 IV).

El Consejo de Administración examinará nuevamente los progresos realizados y evaluará, en su 24º período de sesiones, la necesidad de adoptar medidas adicionales respecto del mercurio, considerando una amplia gama de opciones, incluida la posibilidad de un instrumento jurídicamente vinculante, asociaciones y otras medidas. Además, se estudiará un informe sobre la aplicación de la presente decisión en lo que se refiere a los exámenes de la información científica sobre el plomo y el cadmio.

De forma paralela, a nivel nacional se han desarrollado algunas iniciativas para abordar el problema del mercurio, un ejemplo de ello es el sector minero que, a través del Ministerio de Minería, ha implementado el "Programa de Manejo Integral de la Variable Ambiental de la Pequeña Minería" y el "Programa de Asistencia y Modernización de la Minería Artesanal, PAMMA", cuyos principales objetivos y actividades están enfocados a mejorar las condiciones de vida y de trabajo del minero artesanal y de su grupo familiar, a través de cursos como el "uso de retortas de amalgamación" dirigidos a la minería artesanal, que representa un pequeña fracción de la minería nacional.

Por su parte, el 16 de junio de 2004, el Ministerio de Salud publicó en el Diario Oficial el Decreto Supremo N° 148 que aprueba el "Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos". El Reglamento establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas que se relacionan directamente con la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos.

Sin embargo, a pesar de que el mercurio está incluido como un residuo peligroso dentro de este reglamento, no existe obligación de medir ni de comprobar su existencia. Asimismo, la mayoría de los hospitales públicos del país y, posiblemente, también las clínicas particulares, aún utilizan instrumental médico como termómetros y manómetros de presión, además de amalgamas dentales con mercurio con una disposición final inadecuada para este tipo de residuos.

En consecuencia, a pesar de los avances anteriormente descritos, no se considera en el país al mercurio como una sustancia de gran prioridad. Lo anterior, puesto que aún no existe conciencia de la problemática real que genera la presencia de este contaminante en los seres humanos y en el medio ambiente.

No obstante lo anterior, nuestro país considera necesario investigar cuáles son los usos y consumos de mercurio en el país, además de la cantidad de sitios contaminados con este metal que pudieran existir en el territorio nacional. Así, se espera conocer su alcance real, que permita definir un programa integrado de gestión de mercurio, acorde a nuestra realidad nacional, que cubra a todo el país y que integre diversos ámbitos de acción.

Para avanzar en esta problemática, CONAMA recibió apoyo técnico y financiero de PNUMA y UNITAR para la elaboración del proyecto “Desarrollo de un Inventario y un Plan de Gestión de Riesgos para el Mercurio: una Contribución a la Alianza Global sobre el Mercurio”. Este proyecto comenzó en junio del año 2007 y finaliza en octubre del presente año.

Adicionalmente, se utilizarán los esfuerzos realizados en la implementación de un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, RETC<sup>1</sup>. De esta forma, se pretende institucionalizar el inventario de emisiones y los productos con contenido de mercurio en dicho instrumento.

Para la elaboración del proyecto se creó un “Comité Técnico Nacional” de carácter multisectorial (sector público, privado y ONGs) cuya función principal fue apoyar y asesorar técnicamente el proceso de ejecución del mismo.

Para la confección de este Plan de Gestión, como primera etapa, se priorizó como un elemento relevante para la gestión del mercurio en nuestro país, mejorar el inventario de liberaciones de mercurio, con el objetivo de permitir una clara identificación de las responsabilidades de los distintos sectores, antes de pasar a una etapa de incorporación de medidas de fondo.

Para ello se distinguieron varias líneas de acción, destacando la mejora en la información de actividad de las fuentes mediante el fortalecimiento de la infraestructura y normativa requerida, para generar mejor información base, desarrollo de campañas de medición de mercurio que entreguen valores representativos de la realidad local, a través de acuerdos voluntarios con los sectores que según el instrumental aportarían grandes cantidades de mercurio pero que según la información local disponible estos aportes no serían coincidentes con la realidad del país.

Es importante mencionar que, dentro de la discusión generada por el PNUMA en torno al tema del Mercurio, existe la posibilidad de crear un instrumento vinculante (obligatorio) para este metal, lo cuál podría concretarse a través de algún Convenio Internacional en el largo plazo.

---

<sup>1</sup> El RETC es un catálogo que contiene información actualizada sobre sustancias químicas contaminantes o potencialmente dañinas para la salud y el medio ambiente, que son emitidas directamente al suelo, al aire o al agua por establecimientos industriales u otras actividades como el transporte y la agricultura. Además, incluye información sobre el tratamiento o eliminación de residuos contaminantes peligrosos (transferencias). Esta es una herramienta que permite recopilar, integrar y difundir periódicamente estos datos, de este modo es posible monitorear el desempeño ambiental, poner a disposición de la ciudadanía antecedentes para prevenir riesgos y promover políticas efectivas de protección ambiental y de la salud.

## 2 Diagnóstico

El mercurio es un metal pesado, que se presenta de forma natural en el medio ambiente bajo distintas formas químicas. La forma pura, mercurio elemental, es líquida a temperatura ambiente aunque lentamente tiende a evaporarse. Las formas que se encuentran más comúnmente en la naturaleza son el mercurio inorgánico y el mercurio orgánico.

Además, el mercurio es el único metal líquido a temperatura ambiente. Se comporta como un buen conductor eléctrico, posee alta densidad y tensión superficial, se expande y contrae de forma uniforme cuando la presión y la temperatura cambian, y puede matar microorganismos como organismos patógenos y otras plagas.

El mercurio es tóxico, persistente y tiene un ciclo global, lo cual se traduce en que las emisiones en cualquier continente pueden contribuir a la deposición en otros. Por ello, las emisiones de mercurio son un problema de preocupación mundial. Además, debido a su capacidad de transporte a largo alcance, incluso naciones con mínimas emisiones de mercurio, y otras regiones alejadas de la actividad industrial, pueden verse adversamente afectadas por este contaminante.

Asimismo, estudios de numerosas áreas geográficas indican que una significativa porción de humanos, flora y fauna en todo el mundo, están expuestos a niveles preocupantes de metilmercurio.

El metilmercurio es considerado el compuesto orgánico de mercurio de principal importancia a nivel toxicológico, pues gran parte de la población se encuentra expuesta a este por la ingesta de alimentos que lo contienen (presente en todo el mundo en peces y mamíferos marinos). Es particularmente preocupante su alta neurotoxicidad, en especial para el caso del sistema nervioso central en desarrollo.

El mercurio puede resultar más problemático en las regiones menos desarrolladas (creciente demanda de energía, instalaciones de tratamiento de residuos precarias, minería de oro artesanal, etc.). Sus usos se han reducido progresivamente en los países desarrollados, pero pueden seguir vigentes en países en desarrollo.

Dependiendo de su forma, ciertas emisiones de mercurio pueden ser controladas más fácilmente que otras (en plantas industriales, por ejemplo). Así, el mercurio inorgánico puede ser fácilmente eliminado del aire contaminado, mientras que las emisiones de mercurio elemental son más difíciles de capturar y eliminar.

## **2.1 Análisis de los Riesgos de exposición a las diferentes especies de Mercurio**

El mercurio se encuentra en forma natural en la corteza terrestre en una concentración de 0.5 ppm aproximadamente. Las personas en general, pueden estar expuestas a concentraciones muy bajas de este metal en el aire, agua, y en los alimentos. Sin embargo, incluso en bajas concentraciones, el mercurio puede ser considerado potencialmente tóxico para el organismo humano<sup>2</sup>.

Al combinarse con azufre, el mercurio puede formar una gran cantidad de compuestos. De estos compuestos, el más importante comercialmente hablando es el sulfuro rojo (HgS) conocido como cinabrio. De este mineral se obtiene el mercurio metálico, pues contiene aproximadamente 86.2 % de mercurio y 13.8 % de azufre.

Dentro de las características físico-químicas del mercurio, se destacan las siguientes:

- Los estados de oxidación de las sales de mercurio, son Mercúricas ( $Hg^{+2}$ ) y Mercuriosas ( $Hg^{+1}$ ).
- Las sales inorgánicas del mercurio son generalmente coloridas, los óxidos y yoduros son amarillos, mientras que los sulfuros pueden ser negros o cafés.
- El mercurio puede biotransformarse, principalmente en ambientes acuáticos, para formar derivados orgánicos como el metilmercurio, catalogada como la forma más peligrosa de mercurio.
- Los compuestos de mercurio pueden ser insolubles en agua y son muy tóxicos por ingestión o inhalación de sus polvos.

Por otra parte, la absorción, distribución, metabolismo, excreción y consecuentemente, la toxicidad del mercurio dependen del estado de oxidación y de la forma química en el organismo afectado (ATSDR, 1994).

En el organismo humano, el mercurio se convierte en diferentes formas químicas y estados de oxidación que actuarán de forma diferenciada en lo que se refiere a toxicidad y efectos adversos. A través de procesos enzimáticos, el mercurio elemental puede ser oxidado y convertido en formas inorgánicas, de la misma forma que los compuestos de mercurio orgánicos pueden ser llevados a mercurio inorgánicos en el organismo (ASTDR, 1994).

Por lo tanto, el riesgo del mercurio viene determinado por los siguientes factores:

- El tipo de exposición al mercurio.
- La especie de mercurio presente (algunas son más tóxicas que otras).
- Los factores geoquímicos y ecológicos que influyen la forma de migración del mercurio en el medioambiente, y los cambios que puede sufrir durante dicha migración.

---

<sup>2</sup> Hursh et al., 1980; ATSDR, 1989

### 2.1.1 Riesgos a la salud y al Medioambiente<sup>3</sup>

El mercurio metálico, como sus sales orgánicas e inorgánicas son venenos protoplásmicos fatales para humanos, animales y plantas. Los más tóxicos son los compuestos orgánicos y de ellos, los derivados alquilados.

Los factores que determinan los efectos tóxicos en humanos son la velocidad y la cantidad absorbida, las propiedades fisicoquímicas de los compuestos, y la susceptibilidad del individuo. El mercurio y sus compuestos pueden ingresar al cuerpo a través de la piel, y los tractos gastrointestinal y respiratorio. En el caso del mercurio metálico, la principal vía de ingreso al organismo es a través del sistema respiratorio en forma de vapor, pues la cantidad que se absorbe a través de la piel, en su forma líquida, es mínima.

Los compuestos inorgánicos de mercurio, después de ingresar al organismo, son absorbidos y disociados por los fluidos corporales y la sangre, siendo distribuidos al plasma y eritrocitos. Los aril-compuestos y los alcoxi derivados se descomponen en iones mercurio y sufren el mismo proceso antes mencionado. Estos compuestos inorgánicos afectan el sistema nervioso central y se acumulan en el cerebro, siendo eliminados del organismo con mayor lentitud que los aril y alcoxi derivados.

Los compuestos alquilados tienen una vida media de eliminación de 50-60 días mientras que para los demás compuestos se tiene un valor de 30- 60 días. Estos valores dependen de la naturaleza del compuesto, la dosis, el modo y la velocidad de entrada al organismo, como ya se mencionó.

Las sales solubles en agua producen severos efectos corrosivos en la piel y membranas mucosas, provocando náusea severa, vómito, dolor abdominal, diarrea con sangre, daño a los riñones; pudiendo provocar la muerte en los siguientes 10 días a su exposición.

Una exposición crónica provoca inflamación de la boca, salivación excesiva, pérdida de los dientes, daño a los riñones, temblores musculares, espasmos de las extremidades, cambios de personalidad, depresión e irritabilidad.

Generalmente los compuestos de mercurio presentan bajas presiones de vapor, por lo que no contribuyen a la presencia de vapores tóxicos en áreas de uso, contrario a lo que sucede con el mercurio metálico (ejemplo: derrame por rompimiento de termómetros, esfigmomanómetros, y en general productos con contenido de mercurio metálico).

La exposición al vapor de este metal provoca irritación de los ojos, membranas mucosas y tracto respiratorio superior y, dependiendo de la sensibilidad del individuo, puede causar reacciones alérgicas y alteraciones del sistema nervioso.

---

<sup>3</sup> Hoja de seguridad XXI mercurio y sales de mercurio.



## **2.1.2 Rutas de Entrada y efectos en el organismo**

### **1. Inhalación**

La inhalación constituye la principal ruta de ingreso al organismo para mercurio elemental. Esto, debido a que se vaporiza a temperatura ambiente y es absorbido por los pulmones para luego ser distribuido por la sangre. Aproximadamente el 1 % del metal absorbido se almacena en el cerebro de los mamíferos, en donde puede permanecer por mucho tiempo, mientras que el mercurio restante se distribuye en hígado y riñones en donde es secretado a través de la bilis y orina.

La inhalación de los vapores de mercurio está asociada con la toxicidad sistémica en humanos y animales. Debido a su alta difusibilidad y liposolubilidad, que facilita su distribución y movimiento a través del organismo, cerca del 80% del vapor de mercurio es absorbido por los pulmones y alcanza rápidamente la corriente sanguínea<sup>4</sup>.

La inhalación en concentraciones altas causa edema pulmonar agudo y neumonitis intersticial, produciendo efectos tales como salivación, dolor abdominal, dolor en el pecho, náusea, vómito y diarrea.

Al generarse daño crónico, los síntomas se traducen en cambios en el comportamiento, tales como depresión e irritabilidad, temblores, y pérdida de apetito y peso.

El mercurio se absorbe a través de la piel en muy pocas cantidades, causando síntomas como irritación de ojos y piel. Se han detectado casos de dermatitis por contacto y sensibilidad a este metal.

Por otra parte, la velocidad de entrada de los vapores de mercurio a través de la piel es de 2,2 % de aquella absorbida por pulmones, por lo que el peligro por absorción por medio de la piel es mínimo.

### **2. Ingestión**

La peligrosidad de la ingesta de mercurio reviste en su ingreso al organismo como metilmercurio, a través de alimentos que lo contengan.

El metilmercurio es uno de los metales más peligrosos para la salud (IPCS, 1991). Diversos incidentes de exposición humana al metilmercurio han demostrado sus efectos neurotóxicos.

Los efectos del metilmercurio varían, como se dijo anteriormente, según la dosis, la respuesta, y los síntomas asociados. Los grupos más vulnerables a la exposición del metilmercurio son los niños, el feto y la madre (US EPA, 1995). El metilmercurio pasa a través de la barrera sanguínea, cerebro y alcanza el Sistema Nervioso Central (SNC). El feto es particularmente sensible a la exposición al metilmercurio y sus efectos durante el desarrollo de la infancia han sido asociado con elevados

---

<sup>4</sup> WHO, 1991.

índices de metilmercurio y con los efectos neuro comportamentales (Gilbert and Grant-Webster, 1995).

Los síntomas clínicos de intoxicación por metilmercurio en niños y adultos incluyen: parestesia (extremidades y alrededores de la boca adormecidos), ataxia (dificultad al caminar), disartria (dificultades en hablar), disminución del campo visual, sordera, temblores, deficiencia intelectual y en algunos casos, paralización motora (WHO, 1990).

En síntesis, de todas las especies de mercurio conocidas la más peligrosa es sin duda el metilmercurio ( $\text{CH}_3\text{Hg}$ ). Aunque la forma exacta en que se produce la metilación del mercurio se desconoce, se sabe que en el proceso intervienen bacterias que participan en el ciclo  $\text{SO}_4^{2-} - \text{S}^{2-}$ . Estas bacterias, que por ende contendrán metilmercurio, son consumidas por el peldaño superior de la cadena trófica, o bien lo excretarán. En este último caso el metilmercurio puede ser rápidamente adsorbido por el fitoplancton y de ahí pasar a los organismos superiores.

Debido a que los animales acumulan metilmercurio más rápido de lo que pueden excretarlo, se produce un incremento sostenido de las concentraciones en la cadena trófica (biomagnificación). Así, aunque las concentraciones iniciales de metilmercurio en el agua sean bajas o muy bajas, los procesos biomagnificadores acaban por convertir el metilmercurio en una amenaza real para la salud humana.

En síntesis el riesgo del mercurio va a estar determinado por el tipo de exposición al mercurio, la especie de mercurio, los factores geoquímicos y ecológicos que influyen en la forma de migración del mercurio en el medioambiente, los cambios que puede sufrir durante dicha migración, la ruta de entrada al organismo (ingestión, inhalación, contacto), la dosis y el tiempo de exposición.

En nuestro país la exposición de la población al mercurio metálico, estaría principalmente presente en la pequeña minería del oro para aquellos trabajadores que no toman las medidas adecuadas en su manipulación, en las personas que tienen obturaciones dentales con amalgamas de mercurio y en el mal uso, manipulación y disposición de los productos con contenido de mercurio, tales como termómetros, pilas, tubos fluorescentes, lámparas de ahorro de energía, interruptores eléctricos, etc.

Otras fuentes precursoras de mercurio metálico que tenemos presente en Chile, son aquellas provenientes de liberaciones Secundarias, a través de procesos tales como la combustión de carbón, combustión de crudos, combustión de biomasa, producción de Cemento, procesos con gas natural, extracción primaria de metales y producción de metales reciclados.

Para el caso de mercurio inorgánico, se encontraría presente en algunos productos farmacéuticos y desinfectantes que aún se comercializan. En cuanto al etil mercurio, aun se usa el timerosal como preservante de algunas vacunas y para el metil mercurio, estaría presente por liberaciones de mercurio al agua, el cual sería producido por microorganismos y bacterias.

En la tabla siguiente se resume el riesgo de exposición a las diferentes especies de mercurio, a través de los usos, consumos y emisiones de este contaminante.

**Tabla 1 Características de la exposición, según especie de mercurio, por subcategoría identificadas en Chile**

<b>Origen del Mercurio</b>	<b>Mercurio Elemental</b>	<b>Mercurio Inorgánicos (sales)</b>	<b>Orgánico (metil-mercurio)</b>	<b>Orgánico (etil-mercurio)</b>
Uso Principal	Amalgamas dentales	Productos cosméticos y farmacéuticos (usado como preservante)	Liberaciones de mercurio al agua se transforma en el medio en metil-mercurio por microorganismos y bacterias	En Vacunas como preservativo (el timerosal corresponde a un 49% de etil-mercurio)
Otros Usos	Minería del Oro Productos (pilas, lámparas, aparatos de medición) Dispositivos médicos (termómetros, esfigmomanómetros)	Desinfectantes y antimicrobianos Equipos eléctricos Equipos fotográficos		
Liberaciones Secundarias, a través de procesos	Combustión de Carbón Combustión de Aceites minerales Combustión de biomasa Producción de Cemento Procesos con gas natural Extracción primaria de metales Producción de metales reciclados Incineración de desechos médicos Crematorios y Cementerios Sistema de tratamiento de aguas residuales			
Fuente de Exposición	Derrames hospitalarios o domiciliarios Amalgamas dentales		Consumo de pescados	
Vía de Exposición	80% mediante inhalación 0.01% mediante ingestión Absorción mínima por la piel	Menor al 10% mediante la ingestión Pueden absorberse dosis letales mediante la piel	Gran absorción mediante la inhalación Mediante ingestión se absorbe entre 90 y 100%	Por ser vacuna se absorbe el 100 % del contenido mercurio por la inyección de la sustancia
Toxicidad Primaria	Para la Piel, Ojos, Pulmones, Encías	Tracto intestinal, riñones	Sistema nervioso central	Aún en estudio
Toxicidad Secundaria	Sistema nervioso Central, Riñones	Sistema Nervioso central	En estudio efectos en el sistema cardio-vascular	
Transporte dentro del cuerpo	Se ha encontrado en leche materna Cruza a través de la placenta Atraviesa por el flujo sanguíneo la barrera del cerebro	No llega fácilmente al cerebro, así como tampoco cruza con facilidad la placenta		Se ha encontrado en leche materna Cruza a través de la placenta Atraviesa por el flujo sanguíneo la barrera del cerebro

Nota: No considera dosis ni tiempo de exposición

## 2.2 Análisis de la Situación Actual en el País

Para la elaboración del presente análisis, se tomaron en consideración el resumen de los resultados del Inventario de “Usos, consumos y liberaciones de mercurio” y del “Catastro de sitios potencialmente contaminados”; la revisión de la “Normativa Chilena” referida a los sectores que cuentan con alguna regulación respecto al mercurio; el análisis comparativo con la legislación existente en Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea; y los vacíos detectados en la normativa existente.

A partir de los resultados obtenidos del inventario realizado utilizando el instrumental del PNUMA, la mayor fuente emisora de mercurio en el país corresponde a la categoría “Producción primaria (virgen) de metales”, representada por la “Extracción y procesamiento inicial de oro mediante procesos distintos de la amalgamación de mercurio”, la “Extracción de oro y plata con amalgamación de Mercurio”, ya sea por el mercurio natural presente en este tipo de yacimientos, y/o debido a que este elemento es utilizado en el proceso de obtención del oro (amalgamación); y la “Extracción y procesamiento inicial del cobre” debido a las fundiciones primarias que procesan el cobre y la gran cantidad de relaves generados, ya que Chile es el Primer productor a nivel mundial de Cobre.

Las tablas que se presentan a continuación indican las liberaciones mínimas y máximas para la categoría “Producción primaria (virgen) de metales

**Tabla 2 Liberaciones mínimas de la categoría**

	Categoría de Fuente	Mercurio, Kg/año						
		Aire	Agua	Suelo	Productos	Desechos Generales	Tratamiento específico	Total
5.2	Producción primaria (virgen) de metales	611,65	35,97	119437,00	1187,73	0,00	434,39	121.706,74

**Tabla 3 Liberaciones máximas de la categoría**

	Categoría de Fuente	Mercurio, Kg/año						
		Aire	Agua	Suelo	Productos	Desechos Generales	Tratamiento específico	Total
5.2	Producción primaria (virgen) de metales	4117,88	539,57	335320,18	11259,71	0,00	6529,60	357.766,95

El análisis comparativo de los resultados obtenidos, sin considerar la “Producción primaria (virgen) de metales en base a los factores de entrada aplicados (mínimos y máximos), sugeridas por el instrumental indica que cinco de las diez categorías estudiadas muestran las mayores liberaciones de mercurio, tal como se puede apreciar en las siguientes tablas:

**Tabla 4 Liberaciones mínimas por categoría de Fuente**

	Categoría de Fuente	Mercurio, Kg/año						
		Aire	Agua	Suelo	Productos	Desechos Generales	Tratamiento específico	Total
5.5	Productos de Consumo con uso deliberado de mercurio	107,04	222,98	32,53	0,00	1888,32	0,00	2250,87
5.6	Otros usos deliberados de mercurio	16,27	115,07	0,00	488,02	98,80	99,20	817,36

	en Productos/procesos							
5.1	Extracción y uso de combustibles/fuentes de energía	503,09	30,96	7,74	0,00	41,28	19,29	602,36
5.3	Producción de otros minerales	444	0	0	0	8	0	452
5.9	Disposición de desechos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas servidas	12,08	225,91	4,01	0,00	98,07	61,16	401,23

**Tabla 5 Liberaciones máximas por categoría de Fuente:**

		Mercurio, Kg/año						
	Categoría de Fuente	Aire	Agua	Suelo	Productos	Desechos Generales	Tratamiento específico	Total
5.5	Productos de Consumo con uso deliberado de mercurio	619,13	636,81	406,68	0,00	7368,15	0,00	9030,77
5.9	Disposición de desechos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas servidas	120,84	778,28	120,22	0,00	5019,60	1864,70	7903,64
5.1	Extracción y uso de combustibles/fuentes de energía	3794,89	30,96	7,74	0,00	437,17	53,6	4324,36
5.6	Otros usos deliberados de mercurio en Productos/procesos	65,07	456,68	0,00	1952,07	391,61	392,01	3257,44
5.3	Producción de otros minerales	593,89	0	0	0	7,88	0	601,77

En la categoría “Productos de Consumo con uso deliberado de mercurio”, destacan principalmente los termómetros, pilas, tubos fluorescentes, lámparas de ahorro de energía, interruptores eléctricos y productos farmacéuticos de uso humano y veterinario.

La categoría “Disposición de desechos/rellenos sanitarios y tratamiento de aguas servidas”, está compuesta principalmente por los rellenos sanitarios, depósitos controlados, vertederos informales de desechos y los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

La categoría “Extracción y uso de combustibles/fuentes de energía”, está compuesta por la combustión de carbón en grandes centrales de energía, usos de carbón en calderas y extracción, quema de biomasa domiciliar, incendios forestales y refinación de crudos.

La categoría “Otros usos deliberados de mercurio en Productos/procesos”, la componen principalmente la producción de cemento, cal, yeso, pulpa y papel y fabricación de cerámicas.

Finalmente la categoría “Otros usos deliberados de mercurio en Productos/procesos”, está representada por las amalgamas dentales de mercurio, manómetros, medidores, químicos, equipos de laboratorio y productos misceláneos (juguetes, pantallas lcd, sensores, etc.)

Respecto a las diferentes vías de liberación asociadas a las categorías estudiadas, la principal vía corresponde a la tierra, en cuyo caso la categoría de mayor contribución es la “Producción primaria (virgen) de metales”, seguida por disposición general como consecuencia de los productos desechados con contenido de mercurio, tales como pilas, termómetros, lámparas y otros, para los cuales no existe un tratamiento previo, seguidos por las emisiones al aire, debido a los sectores productivos de mayor contribución, tales como las centrales termoeléctricas de energía en base a carbón, biomasa, petróleo, gas natural, combustión con destilados del petróleo, las fundiciones mineras e incineración de residuos médicos<sup>5</sup>, luego siguen las impurezas en productos, liberaciones al agua y el sector de tratamiento específico.

<sup>5</sup> Los factores de estimación utilizados presentan incertidumbre.

En lo que concierne al “Catastro de sitios potencialmente contaminados”, se seleccionaron las regiones que poseen antecedentes con los mayores problemas con el contaminante, estas fueron las de: Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, Bío Bío y Los Lagos, en donde se priorizaron 29 sitios, sobre la base de la aplicación de unas fichas de inspección en terreno de carácter cualitativo, en donde se identificaron los puntos de exposición de mayor riesgo; las vías de exposición más probables (ingestión, inhalación, contacto directo, absorción de raíz, etc.); y, por último, la población potencialmente receptora de la(s) sustancia(s) involucrada(s).

La revisión de la situación actual del mercurio en Chile, se realizó en base a la guía otorgada por la agencia UNITAR, denominada “Desarrollo de un Análisis Situacional y Evaluación de Capacidades en apoyo del Desarrollo de Inventarios y Toma de Decisiones sobre los Riesgos del Mercurio”.

### ***Vacíos Legales Detectados***

En lo que concierne a productos con contenido de mercurio, hasta el momento no existen iniciativas legislativas y normativas relacionadas con la importación y/o exportación de productos que contienen mercurio ni tampoco una normativa que regule el contenido de mercurio presente en ellos.

En Chile actualmente no se producen productos con contenido de mercurio, por lo tanto, el mayor problema radica en la importación de éstos. Los principales productos importados y que contienen mercurio son pilas, termómetros, manómetros, medidores, barómetros, sensores, interruptores, fuentes de luz con mercurio, productos farmacéuticos de uso humano y veterinario, químicos y equipos de laboratorio. En todos los casos, no existe regulación para el ingreso y/o contenido de este metal.

Para las fuentes de emisiones asociadas a la refinación y producción de crudo, no existe normativa que limite la emisión de mercurio por las diferentes vías de liberación (aire, agua, tierra, desechos generales, tratamiento de sector específico, impureza en productos).

Por otra parte, no existe una norma de emisión en centrales termoeléctricas y procesos de combustión en general, sin embargo, en este momento se está trabajando en la elaboración de una norma de emisión para centrales termoeléctricas y para ello el comité operativo que trabaja en su elaboración, estudiará la posibilidad de incorporar al Mercurio como parámetro y la exigencia de caracterización de contenido de Mercurio en el carbón.

De forma similar, para el caso de otros usos deliberados de mercurio en productos/procesos, como es el empleo de amalgamas en obturaciones dentales, no existe ninguna regulación.

En el sector minero, específicamente en la pequeña minería, no existe regulación del uso del mercurio en el proceso extractivo, ni en su eliminación, sin embargo, es necesario señalar que el principal proceso extractivo en la pequeña minería, es de cobre el cual no usa mercurio. Asimismo, hay un gran número de joyeros que utilizan el mercurio proveniente de los procesos mineros, formando parte de un mercado informal que tampoco cuenta algún tipo de regulación.

En cuanto a la minería del cobre, al igual que en los casos antes descritos, no hay una normativa que establezca los límites máximos de contenido de mercurio generado en los residuos masivos mineros que se obtienen del proceso de extracción.

### ***Iniciativas Legislativas y Normativas Actuales***

Existen iniciativas legislativas o normativas relacionadas con los desechos de mercurio y su almacenamiento. Esto, a través del Decreto Supremo N° 148 del 12 de Junio del 2003, "Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos", del Ministerio de Salud, en el cual se considera al Hg como sustancia tóxica aguda y residuo peligroso, estableciendo las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras forma de eliminación de los residuos peligrosos.

Por otra parte, dicho Decreto obliga a un manejo de residuos en instalaciones, establecimientos o actividades que anualmente den origen a mas de 12 Kg. de residuos tóxicos agudos o a más de 12 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad, y considera al mercurio como un elemento tóxico agudo.

La Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, regula los proyectos o actividades que son susceptibles de causar impacto ambiental en cualquiera de sus fases, por lo que requieren someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Dentro de estas actividades están las plantas de disposición de residuos y estériles, la producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas y aquellos proyectos de saneamiento ambiental como las plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos.

El Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, 1997, obliga a someter a revisión de la CONAMA y de los distintos servicios que coordina, a los proyectos relacionados con las plantas de tratamiento de residuos sólidos domiciliarios y los rellenos sanitarios, sobre la base de Estudios de Impacto Ambiental.

El Decreto N° 45, publicado en el Diario Oficial el 5 de Octubre del 2007, del Ministerio Secretaría General de la República, establece "Norma de Incineración y Coincineración", que regula las emisiones atmosféricas, productos de la incineración y coincineración a todas las instalaciones de incineración y coincineración que correspondan a hornos de cemento, hornos rotatorios de cal e instalaciones forestales. La norma aplicable en el territorio nacional, establece valores límites de emisión de mercurio para la incineración. En lo referido a la metodología de medición, para el caso del mercurio, estipula el método "EPA Method 29, Determination of Metals Emissions from Stationary Sources".

Recientemente, el DS N° 189/05, que aprueba "Reglamento Sobre Condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los Rellenos Sanitarios", publicado por el Ministerio de Salud con fecha 5 de Enero del 2008, entre otros deberes, obliga a todo proyecto de relleno sanitario a que debe incorporar una estimación de la generación de lixiviados y un sistema de impermeabilización de acuerdo a las condiciones definidas en el reglamento. Cuando se considere el uso de los lixiviados o su descarga a cursos o masas de agua, se deberá incluir tratamiento de estos líquidos y cumplir las normas de emisión vigentes, además se deberá enviar mensualmente a la autoridad sanitaria regional un informe de la operación del relleno.

Entre los productos con uso deliberado de mercurio que están regulados en el país, se encuentran los pesticidas con contenido de mercurio, a través de la Resolución Exenta N° 996 de 1993 del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). En esta resolución se prohíbe la importación, fabricación, distribución, venta y uso de plaguicidas agrícolas que contengan sales orgánicas o inorgánicas de mercurio.

Para el caso de los cosméticos, el ingrediente “mercurio” presente en éstos también está regulado a través del Decreto Supremo del MINSAL N° 239/02, el cual entrega un listado de compuestos prohibidos en los cosméticos, incluidos los compuestos de mercurio.

A nivel regional, no hay políticas, regulaciones y/o normativas establecidas al respecto. Sin embargo, se han identificado Resoluciones de Calificación Ambiental en algunos sectores que se han sometido al Sistema de evaluación de Impacto Ambiental, como es el caso del sector cementero.

A raíz de lo anteriormente expuesto, en primera instancia se puede considerar que el marco legislativo y normativo no es suficiente para la regulación del mercurio en el país, particularmente para el caso de los productos que lo contienen. No obstante, la legislación existente se aplica de forma efectiva a través de fiscalizaciones, mediciones y reportes a la autoridad sanitaria cuando corresponde.

Actualmente, la base de datos existente en el país para el registro de importaciones se realiza a través de las partidas aduaneras, las cuales son muy limitadas para la obtención de información de contenido de mercurio en los productos.

Respecto a las emisiones de mercurio, está considerado institucionalizar el inventario de emisiones y productos con contenido de mercurio en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y, para ello ya existen avances significativos en el país, específicamente para el caso de tratamientos de aguas, la información se canaliza a través de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y de emisiones al mar por parte de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, los residuos peligrosos con contenido de mercurio, a partir del D.S. MINSAL 148/2003.

### ***Programas e Iniciativas Voluntarias***

En cuanto a los programas voluntarios para reducir el uso y/o emisiones de mercurio, se han iniciado e implementado Acuerdos de Producción Limpia (APL) en sectores del ámbito privado, es el caso del sector cementero y empresas químicas de la Región Metropolitana, a través de la Asociación de Industriales Químicos (ASIQUM) quienes desarrollaron un APL con el objeto de eliminar las sales de mercurio en las pinturas que se elaboran.

En Chile, no existe un sistema especial para la disposición final de las pilas o de otros residuos domésticos peligrosos. Un ejemplo de iniciativa por parte del sector privado, es ubicar contenedores para la recolección de Pilas, los que han sido implementados, como se dijo anteriormente, por parte de una entidad bancaria, una minera privada y algunas Municipalidades.



Asimismo, algunas Organizaciones no Gubernamentales, como el “Instituto de Ecología Política”, han lanzado una campaña nacional de recolección de pilas para su posterior reciclaje. Es importante mencionar que el reciclaje de pilas en Chile es de muy elevado costo; por lo general las pilas y baterías se envían a una empresa especializada en manejo de residuos, en donde se procede a la encapsulación de sus compuestos peligrosos.

Por otra parte, transnacionales como la empresa General Motors, han incorporado planes de manejo para la disposición de lámparas con contenido de mercurio dentro de su organización.

### ***Estudios e Investigaciones Realizadas***

Se han desarrollado diversos estudios en Universidades para temas relacionados con el mercurio y sus problemas en el país (salud, ambientales y sociales).

La Universidad de Atacama y Universidad de la Serena han elaborado estudios en el sector minero, específicamente para sitios potencialmente contaminados con mercurio producto de las explotaciones mineras de oro y cobre en las zonas de Punitaqui y Andacollo, Además, se han desarrollado estudios de contaminación de aguas, producto de relaves y faenas abandonadas en el Norte de Chile, con caracterizaciones en balsas de estériles en Quebrada Marquesa y Las Rojas, Valle del Elqui.

Los departamentos de Oceanología y Química Analítica de la Universidad de Concepción han realizado investigaciones sobre concentraciones de mercurio y cadmio en aguas superficiales (2-3 m de profundidad), obtenidas durante la primera fase del Programa de Vigilancia del CPPS-PNUMA<sup>6</sup> (1985-1988) en localidades del litoral de la región del Bío Bío, Chile. Los objetivos de estudio, insertos en el marco del “Plan de Acción Internacional para la Protección del Medio Ambiente”, fueron los siguientes:

- Establecer la tendencia y cronología de las fluctuaciones de mercurio y cadmio en diferentes localidades del litoral de la región del Bío Bío.
- Identificar áreas contaminadas y no contaminadas en el litoral

Otro estudio significativo fue realizado por la Universidad de Concepción, denominado, "Evaluación de Contaminación por Mercurio de Aguas, Sedimentos y Suelo en el Estuario Lengua Talcahuano".

Actualmente la Universidad de Concepción, centro EULA Chile, y la Universidad Federal de Río de Janeiro, Instituto de Biofísica, se encuentran realizando el proyecto “Análisis comparado de sistemas costeros impactados por mercurio: valoración química de Hg, metilmercurio en el ambiente y uso de biomarcadores de exposición y efectos”.

La misma institución está terminando de redactar una publicación científica denominada: “Estudio de la Contaminación por Mercurio en peces y sedimentos del Estuario de Lengua (VIII Región-Chile)”, la cuál será publicada prontamente en una revista científica especializada.

---

<sup>6</sup> Comisión Permanente del Pacífico Sur – Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Un interesante estudio fue realizado en la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Chile<sup>7</sup>, referido al contenido de mercurio en peces Chilenos y estimación de los niveles de ingesta; dicho trabajo corresponde a un estudio piloto (n=46, número de muestras), el cual fue diseñado para determinar las concentraciones de mercurio en algunos tipos de pescado y en un molusco bivalvo para el consumo nacional (jurel Chileno, merluza, mejillones chilenos, atún) y para la exportación (salmón, merluza Patagónica, albacora, merluza del sur), a partir de las concentraciones determinadas se estima la exposición de la población en general.

Por su parte, la Fundación Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA) está impulsando una investigación sobre el impacto de la contaminación por mercurio en zonas de alto valor ecológico<sup>8</sup>.

### ***Iniciativas Gubernamentales***

En cuanto a iniciativas gubernamentales, respecto a la educación pública en materias relacionadas con el mercurio; a nivel nacional la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), está comenzando su difusión, a través de este proyecto en cuestión.

El Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), el año 2003 preparó un curso denominado "Uso de retortas de amalgamación", que se ha dictado a los miembros beneficiarios del Programa de Asistencia y Modernización de la Minería Artesanal (PAMMA).

El Programa mencionado ha tenido una incidencia positiva en la pequeña minería del oro, en cuanto al manejo del mercurio, por lo que se pudo observar en terreno. Una de las barreras existentes hasta el momento, que limitan la habilidad del gobierno a nivel local, regional y nacional, es la falta de información respecto al tema.

### ***Resultados de las gestiones actualmente desarrolladas***

Hoy en día, los Acuerdos de Producción Limpia (APL) de la industria cementera y los industriales químicos, han contribuido a la reducción en el uso y la contaminación causada por el mercurio.

Por su parte, los programas de ONGs nacionales relacionados con el mercurio prácticamente no han tenido impacto, a excepción del reciclaje de pilas.

En cuanto a las investigaciones realizadas por ciertas universidades del país, éstas no han sido aún relevantes para el desarrollo de inventarios y toma de decisiones. La incipiente evaluación para la gestión de riesgos del mercurio ha permitido una contribución, hasta el momento parcial, por parte de dichas investigaciones.

En algunos sectores de gobierno existe mayor conocimiento del tema, como es el caso de una parte del sector minería, y del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), por el tema de los pesticidas.

---

<sup>7</sup> Cortes, Sandra and Fortt, Antonia (2007) 'Mercury content in Chilean fish and estimated intake levels', Food Additives & Contaminants, 24:9, 955 - 959

<sup>8</sup> Para mayor información visitar <http://www.chilebosque.cl/foro/viewtopic.php?p=2199>

En lo referido a las capacidades para medir el uso y emisiones de mercurio en el país, existen laboratorios certificados para realizar mediciones del contaminante en su estado metálico. Sin embargo, resulta necesario contar con laboratorios encargados de la especiación de mercurio, pues estos análisis se realizan actualmente en el extranjero.

En cuanto a instalaciones para almacenar y hacer una disposición final adecuada del mercurio y sus desechos, existen en el país instalaciones y empresas de tratamiento final de residuos peligrosos para el caso de los grandes generadores. Sin embargo, este esfuerzo requiere de su descentralización a nivel nacional, pues se genera un problema logístico para el traslado de residuos desde plantas en regiones.

La zona norte se encuentra desprovista de manejo de residuos peligrosos, principalmente porque existe poca difusión de la normativa (específicamente del DS 148).

La información que la CONAMA ha generado en el tema, ha permitido reforzar las capacidades nacionales para la facilitar la toma de decisiones en materia de riesgos. El primer paso fue la realización de un taller Internacional, con la participación de PNUMA, UNITAR, EPA y Environment Canada.

Lo anteriormente descrito en este análisis situacional a nivel país, permitió generar el objetivo general en que se basará el “Plan Nacional de Gestión de Riesgos del Mercurio”, con los correspondientes objetivos específicos, para los cuales se plantean las líneas de acción a seguir a través de una serie de actividades propuestas con el propósito de poder gestionar la problemática del mercurio en Chile.

## **3 Objetivos**

### **3.1 Objetivo General**

Implementar las acciones prioritarias que permitan reducir los riesgos asociados al uso, consumos y emisiones del mercurio, a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente.

### **3.2 Objetivos Específicos**

1. Fortalecer la información base del Inventario de Usos, Consumos y Emisiones de mercurio.
2. Sensibilizar y generar capacidades en los actores involucrados en la gestión de los procesos y productos con contenido de mercurio, en el correcto uso, manipulación, disposición y los riesgos asociados a la exposición de este elemento.
3. Incentivar la generación y aplicación de instrumentos voluntarios y obligatorios de gestión ambiental para mejorar el manejo racional del mercurio.
4. Fortalecer y armonizar el Marco Normativo relativo al mercurio.
5. Gestionar de manera racional los sitios con presencia de mercurio
6. Institucionalizar el Inventario de Usos, Consumos y Emisiones de Mercurio en el RETC.

## 4 Líneas de Acción

Para concretar los objetivos enunciados anteriormente, se proponen las siguientes líneas de acción específicas, en base a los problemas detectados.

- 4.1** Establecimiento del problema que da origen al objetivo **Fortalecer la información base del Inventario de Usos, Consumos y Emisiones de mercurio** y las líneas de acción correspondientes

### Problema

Al evaluar la información disponible en el instrumental, se pudo constatar un alto nivel de incertidumbre en algunos factores de entrada y distribución de salida recomendada y/o disponible. Este hecho llevó a tomar la decisión de generar un inventario en base a intervalos, generando un inventario con valores máximos y mínimos, de igual forma se consideró la incorporación al análisis de antecedentes disponibles localmente en cuanto a factores de entrada y distribución de salida, provenientes de: otros estudios de liberaciones de mercurio manejados por los actores involucrados, consulta a expertos de los respectivos sectores y datos de mediciones disponibles. A la luz de los resultados, se priorizó como un elemento relevante para la gestión del mercurio en nuestro país en esta primera etapa, la mejora del inventario de liberaciones de mercurio, con el propósito de tener una clara identificación de las responsabilidades en los distintos sectores, antes de pasar a un etapa de incorporación de medidas de fondo.

Los problemas identificados son los siguientes:

- Gran variabilidad entre los valores máximos y mínimos del inventario, principalmente en los sectores del cemento, minería metálica, refinación de petróleo y generación eléctrica en base a carbón.
- Valores no necesariamente representativos de la realidad local.
- Para el caso de los productos con contenido de mercurio, difícil identificación debido a la falta de descriptores específicos para su ingreso al país, lo cual no permite conocer su número exacto.
- Mediciones disponibles poco representativas e insuficientes a nivel país.
- Escasas metodologías convenidas Internacionalmente en cuanto a mediciones de mercurio.
- No existen apoyos metodológicos por parte de entidades regulatorias para la determinación de mercurio.

Para el cumplimiento del objetivo se propone:

- Validar las tasas de Actividad definidas en el Inventario.

- Convenir métodos de entrega de información.
- Realizar mediciones de Mercurio en las corrientes de diversos procesos productivos.
- Estandarizar métodos y análisis de medición de Mercurio.
- Incentivar en las universidades y centros de investigación estudios relacionados con la problemática del mercurio.

**4.2** Establecimiento del problema que da origen al objetivo **Sensibilizar y generar capacidades a los actores involucrados en la gestión de los procesos y productos con contenido de mercurio, en el correcto uso, manipulación, disposición y los riesgos asociados a la exposición de este elemento** y las líneas de acción correspondientes.

**Problema**

Cada año ingresa al país una gran cantidad de productos con contenido de mercurio, los cuales son usados en diferentes ámbitos de la población, destacando principalmente, los termómetros, pilas, lámparas fluorescentes y productos varios (Interruptores, juguetes, esfigmomanómetros, pantallas lcd, etc.). En Chile no se fabrican productos, pero sí se importa una gran cantidad de estos, lo que genera que el problema de la exposición al mercurio, radique en el uso, manipulación y disposición del producto, sumado a los problemas identificados con el manejo de los desechos. Además es usado como insumo en la pequeña minería artesanal del oro y en obturaciones dentales.

Los problemas identificados son los siguientes:

- Alto desconocimiento en la población acerca de los riesgos que involucra un mal uso, manipulación y disposición de los productos que contienen mercurio.
- Falta de capacitación, información y difusión sobre los riesgos del consumo de productos con mercurio.
- Desconocimiento por parte de la población de los productos que contienen mercurio.
- Programas e iniciativas públicas, privadas y voluntarias insuficientes.
- Escasa iniciativa por parte de los importadores y distribuidores sobre manejo de productos que contienen mercurio.

Para el cumplimiento del objetivo se propone:

- Implementar campañas de educación respecto a los riesgos del consumo de productos con Mercurio.
- Incorporar en las mallas curriculares de la educación formal los riesgos de un mal uso, manipulación o disposición inadecuada de productos con Mercurio.
- Promover mesas de trabajo con diferentes sectores.

- Confeccionar programas para generar conciencia de los riesgos del uso de Mercurio en procesos productivos, particularmente en la pequeña y mediana minería.

**4.3** Establecimiento del problema que da origen al objetivo **Incentivar la generación y aplicación de instrumentos voluntarios y obligatorios de gestión ambiental para mejorar el manejo racional del mercurio** y las líneas de acción correspondientes.

**Problema**

Los desechos de mercurio se originan principalmente de los productos que ingresan al país y son consumidos por la población en general y en los sectores de salud público y privado.

Por otra parte existen trabajadores de la pequeña y mediana minería que están expuestos a este metal.

Los problemas identificados son los siguientes:

- Escasa existencia de programas de gestión del mercurio en sectores de salud público y privado.
- El sector de salud privado no se ha incorporado en programas de gestión del mercurio a nivel gubernamental.
- Escaso seguimiento en programas de vigilancia para trabajadores expuestos a este metal.
- No hay instrucciones por parte de la Autoridad Sanitaria hacia las empresas de cómo deben informar la cantidad de mercurio en sus residuos
- Los importadores no tienen ninguna responsabilidad en la disposición final de los productos con contenido de mercurio que ingresan al país.

Para el cumplimiento del objetivo se propone:

- Fortalecer las iniciativas voluntarias para la gestión del mercurio, en el sector público y privado.
- Promover la incorporación del mercurio en los instrumentos de gestión ambiental, y en el ámbito salud, y seguridad.

**4.4** Establecimiento del problema que da origen al objetivo **Fortalecer y armonizar el Marco Normativo relativo al mercurio** y las líneas de acción correspondientes.

**Problema**

En Chile hay una gran cantidad de sectores productivos identificados que entre sus procesos está presente el mercurio, el cuál es liberado por diferentes vías; de igual forma el uso y consumo de productos con contenido de este metal es masivo en el país.

Los problemas identificados son los siguientes:

- No existe norma asociada a la emisión de mercurio en centrales termoeléctricas.
- No está contemplado como parámetro el mercurio en la “Norma Chilena de Calidad de Combustibles”.
- Falta de criterios uniformes en las exigencias, como en el caso del sector cementero.
- No existe normativa sobre ingreso, manejo y disposición para productos que contienen mercurio.

Para el cumplimiento del objetivo se propone:

- Adoptar normativas nacionales basadas en recomendaciones Internacionales.
- Mantener un registro actualizado de la legislación aplicable al mercurio.
- Revisar los vacíos legales relacionados con el mercurio.
- Potenciar la aplicación de la legislación vigente y en estudio.

#### **4.5 Establecimiento del problema que da origen al objetivo **Gestionar de manera racional los sitios con presencia de mercurio** y las líneas de acción correspondientes.**

##### **Problema**

En el Norte de Chile hay una gran cantidad de mercurio que se ha generado durante muchos años producto de las actividades mineras, este metal pesado al entrar en contacto con la fase acuosa se transforma en metil mercurio<sup>9</sup>, comportándose como un contaminante orgánico persistente, presentando de ese modo características de bioacumulación, capacidad para trasladarse en grandes distancias además de su evidente y comprobada toxicidad para la población expuesta.

Los problemas identificados son los siguientes:

- No existe información en la población expuesta más cercana, sobre los riesgos que conlleva la contaminación con mercurio.
- Existe gran cantidad de sitios, que corresponden a relaves con presencia de mercurio abandonados cerca de poblaciones y plantaciones

---

<sup>9</sup>La Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo, establece que el metil mercurio, tiene las características de un compuesto orgánico persistente y que todas las emisiones antropogénicas de mercurio pueden llegar a transformarse en metil mercurio



- Falta de investigación sobre cantidades de mercurio en sitios, relaves, botaderos y efluentes del país
- Existe gran cantidad de mercurio que es liberado a diferentes medios, por un mal uso del metal por parte de pirquineros.
- Se han realizado muy pocos exámenes de muestras biológicas a la población expuesta a sitios con presencia de mercurio

Para el cumplimiento del objetivo se propone:

- Poner en marcha un programa piloto de caracterización de la problemática del mercurio en la comuna de Andacollo.
- Identificar otros sitios con potencial presencia del mercurio

**4.6** En relación con el objetivo **Institucionalizar el Inventario de Usos, Consumos y Emisiones en el RETC**, se propone:

Chile inició el diseño de su Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes a finales del año 2002, a partir de las metodologías propuestas por UNITAR. El año 2005 el Consejo Directivo de CONAMA mediante Acuerdo N° 277, aprueba la Propuesta Nacional para la implementación del RETC en Chile.

A finales del año 2007, Chile publica el primer reporte del RETC, el cual se continuará publicando anualmente, pero no considera los productos con contenido de mercurio.

El problema identificado es el siguiente:

- En el diseño del RETC no se consideraron de productos con contenidos con mercurio.

Para el cumplimiento del objetivo se propone

- Complementar infraestructura existente.
- Generar una nueva infraestructura.

## 5 Plan de Acción

Objetivos Específicos	Nº	Líneas de Acción	Nº	Plan de Acción de corto plazo (2008-2009)	Indicadores	Responsable	Nº	Plan de Acción de mediano plazo (2009-2010)	Indicadores	Responsable	Nº	Plan de Acción de largo plazo (2010 en adelante)	Indicadores	Responsable
1. Fortalecer la información base del Inventario de Usos, Consumos y Emisiones de mercurio	1.1	Validar las tasas de Actividad definidas en el Inventario	1.1.1	Incorporar descriptores de atributos específicos a la importación de determinados productos con Mercurio.	Porcentaje de productos importados a los que se le ha incorporado descriptores de atributos específicos	Servicio Nacional de Aduanas								
	1.2	Convenir métodos de entrega de información.					1.2.1	Ampliar Convenio de Cooperación CONAMA – Servicio Nacional de Aduanas para productos con contenido de mercurio	Porcentaje de productos con contenido de mercurio incorporados en la ampliación de nuevos convenios	CONAMA Servicio Nacional de Aduanas				
	1.3	Realizar mediciones de Mercurio en las corrientes de diversos procesos productivos.	1.3.1	Incentivar la realización de mediciones voluntarias de Mercurio en Centrales Termoeléctricas.	Porcentaje de mediciones voluntarias de mercurio realizadas en centrales termoeléctricas	CONAMA, CNE, MINSAL					1.3.1	Establecer un registro confiable y adecuado de las emisiones de Mercurio producto de centrales termoeléctricas.	Porcentaje de registros de emisiones de mercurio de centrales termoeléctricas que cumplen con registro estándar diseñado	CNE, CONAMA, MINSAL

			1.3.2	Apoyar metodológicamente campañas de mediciones voluntarias de Mercurio, en la medida de lo posible, en las distintas corrientes del proceso de producción de las grandes empresas mineras.	Porcentaje de grandes empresas mineras que han realizado campañas de medición voluntarias de mercurio en las distintas corrientes del proceso	CONAMA, COCHILCO, SERNAGEOMIN	1.3.2	Promover un estudio piloto para establecer las cantidades de Mercurio por tipo de yacimiento, producto y subproducto	Porcentaje de yacimientos en los cuales se ha podido establecer las cantidades de mercurio como producto y subproducto	SERNAGEOMIN	1.3.2	Realizar mediciones que permita establecer una línea base geológica de los lugares identificados potencialmente con Mercurio,	Porcentaje de mediciones realizadas en lugares identificados potencialmente con mercurio para poder establecer una línea base geológica	SERNAGEOMIN CONAMA
							2.3.3	Apoyar e incentivar la realización de mediciones voluntarias de Mercurio en crudos, incluyendo emisiones en el proceso de producción.	Porcentaje de mediciones voluntarias de mercurio realizadas en crudos, incluyendo emisiones en el proceso de producción realizadas	CONAMA ENAP MINSAL	2.3.3	Medir el contenido de mercurio en las corrientes de los procesos de las Refinerías	Porcentaje de refinerías en las que se ha medido contenido de mercurio en las distintas corrientes del proceso	CONAMA ENAP MINSAL
1.4	Estandarizar métodos y análisis de medición de Mercurio.	1.4.1	Lograr una estandarización de los datos obtenidos desde las distintas empresas cementeras.	Porcentaje de datos estandarizados en las distintas empresas cementeras	CONAMA POLPAICO LAFARGE CEMENTOS BIO BIO									

	1.5	Incentivar en las universidades y centros de investigación estudios relacionados con la problemática del mercurio					1.5.1	Incentivar estudios de carga del mercurio y monitoreos por parte de las Universidades y Centros de Investigación	Porcentaje de estudios de carga del mercurio y monitoreos por parte de las Universidades y Centros de Investigación	CONAMA				
--	-----	---	--	--	--	--	-------	--	---	--------	--	--	--	--

Objetivos Específicos	Nº	Líneas de Acción	Nº	Plan de Acción de corto plazo (2008-2009)	Indicadores	Responsable	Nº	Plan de Acción de mediano plazo (2009-2010)	Indicadores	Responsable	Nº	Plan de Acción de largo plazo (2010 en adelante)	Indicadores	Responsable
2. Sensibilizar y generar capacidades a los actores involucrados en la gestión de los procesos y productos con contenido de mercurio, en el correcto uso, manipulación, disposición y los riesgos asociados a la exposición de este elemento.	2.1	Implementar campañas de capacitación respecto a los riesgos del consumo de productos con Mercurio.	2.1.1	Implementar el Programa "Hospitales sin Mercurio" , en dos hospitales públicos	Porcentaje de Hospitales con el Programa Implementado	CONAMA MINSAL (Subsecretaría de Redes Asistenciales)	2.1.1	Diagnosticar y generar línea de base de instrumentos con contenido de mercurio a lo menos en un hospital por cada uno de los servicios de salud (adquisición, uso, protocolo de manejo y disposición final	Porcentaje de hospitales de los servicios de salud con diagnóstico y generación de línea base	MINSAL (Subsecretaría de Redes Asistenciales)	2.1.1	Iniciar Campaña de Redes Públicas sin mercurio	Porcentaje de Redes Públicas sin instrumentos con contenido de mercurio	MINSAL (Subsecretaría de Redes Asistenciales)
	2.2	Difundir en establecimientos educacionales de los riesgos de un mal uso, manipulación o disposición de productos con Mercurio.					2.2.1	Incorporar el tema del Mercurio en las mallas curriculares de los cursos de capacitación a profesores impartidos por el CPEIP.	Porcentaje de cursos incorporados en su malla curricular el tema del mercurio	CPEIP, SERNAC	2.2.1	Incorporar en los planes y programas de educación el tema del consumo informado de productos con Mercurio.	Porcentaje de programas de educación en los cuales se ha incorporado el tema de consumo informado de productos con mercurio	MINEDUC
												2.1.2	Establecer los mecanismos necesarios para crear centros de recolección y disposición de residuos con mercurio	Porcentaje de centros de recolección y disposición de residuos con mercurio

2.3	Promover mesas de trabajo con diferentes sectores	2.3.1	Coordinar una mesa de trabajo con los productores, importadores y distribuidores de ampolletas con contenido de mercurio	Porcentaje de productores, importadores y distribuidores participantes de la mesa de trabajo	CONAMA	2.3.1	Identificar mesas de trabajo con otros rubros	Análisis Comparativo del número de rubros identificados que se van incorporando semestralmente	CONAMA	2.3.1	Coordinar campañas educativas sobre los riesgos asociados a cada sector de mesas de trabajo	Análisis comparativo de campañas educativas que se van coordinando por sectores a las mesas de trabajo semestralmente	CONAMA
2.4	Confeccionar programas de gobierno para generar conciencia de los riesgos del uso y manejo adecuado del Mercurio en procesos productivos, particularmente en la pequeña y mediana minería.	2.4.1	Optimizar un programa de capacitación para la minería artesanal, en cuanto a los riesgos asociados al uso del mercurio en el proceso de extracción de oro <sup>10</sup> y la incorporación de nuevas tecnologías que no utilicen mercurio en sus procesos.	Porcentaje de mineros artesanales que se han beneficiado con programas de capacitación optimizados y nuevas tecnologías incorporadas libres de mercurio	MINERIA	2.4.1	Replicar programa de capacitación e incorporación de nuevas tecnologías a nivel nacional	Porcentaje de mineros artesanales que se han capacitado e incorporado nuevas tecnologías a nivel nacional	MINERIA	2.4.1	Dar seguimiento a los programas de capacitación e incorporación de nuevas tecnologías, evaluando el impacto generado en la pequeña y mediana minería del oro	Porcentaje de la minería artesanal y mediana minería que se les ha dado seguimiento en el tiempo de las acciones señaladas.	MINERIA

<sup>10</sup> El Ministerio de Minería en conjunto con ENAMI y SERNAGEOMIN, llevaron a cabo el Programa Ecomín entre los años 2000-2004, donde se realizaron una serie de cursos de capacitación a la pequeña minería a nivel regional, donde uno de los temas a tratar, fue el uso del mercurio.

Objetivos Específicos	Nº	Líneas de Acción	Nº	Plan de Acción de corto plazo (2008-2009)	Indicadores	Responsable	Nº	Plan de Acción de mediano plazo (2009-2010)	Indicadores	Responsable	Nº	Plan de Acción de largo plazo (2010 en adelante)	Indicadores	Responsable
3. Incentivar la generación y aplicación de instrumentos voluntarios y obligatorios de gestión para un manejo racional del mercurio.	3.1	Fortalecer las iniciativas voluntarias para la gestión del mercurio, en el sector público y privado.	3.1.1	Incentivar y apoyar técnicamente las iniciativas voluntarias del sector público y privado, en cuanto a la gestión del mercurio, a través de guías metodológicas.	Porcentaje de guías metodológicas de gestión de mercurio incorporadas en el sector público y privado	CONAMA	3.1.1	Incentivar programas de vigilancia voluntarios para determinar los niveles de Mercurio en trabajadores expuestos al metal.	Porcentaje de trabajadores expuestos al metal a los que se les ha realizado de programas de vigilancia voluntarios	MINSAL				
	3.2	Promover la incorporación del mercurio en los instrumentos de gestión ambiental, y en el ámbito salud, y seguridad.	3.2.1	Incorporar al sector privado de salud a las actuales iniciativas de gestión del mercurio, que se están realizando en el sector público de salud.	Porcentaje de instituciones de salud del sector privado a las cuales se le han incorporado iniciativas de gestión de mercurio	CONAMA, MINSAL	3.2.1	Generar un mecanismo de información que permita identificar en el sector privado de salud, la cantidad de productos con contenido de mercurio que son utilizados.	Porcentaje de productos con contenido de mercurio identificados en el sector privado de salud que son utilizados	CONAMA, MINSAL				
	3.3	Incentivar mecanismos de gestión en los sectores involucrados en la distribución de productos con mercurio	3.3.1	La Autoridad Sanitaria, deberá instruir a las empresas respecto a cómo informar en contenido de mercurio en los residuos	Porcentaje de empresas que la ASRM ha instruido de cómo informar el contenido de mercurio en los residuos	MINSAL	3.3.1	Establecer un programa piloto para implementar la responsabilidad extendida del importador (REP) para las lámparas con Mercurio.	Porcentaje de importadores que han implementado programa de responsabilidad extendida del importador para las lámparas con mercurio	CONAMA, PPEE	3.3.1	Implementar la responsabilidad extendida del importador a todos los sectores y particularmente para los productos con contenido de mercurio	Porcentaje de importadores que han implementado programa de responsabilidad extendida para los productos con contenido de mercurio	CONAMA, MINSAL, MINECON

Objetivos Específicos	Nº	Lineas de Acción	Nº	Plan de Acción de corto plazo (2008-2009)	Indicadores	Responsable	Nº	Plan de Acción de mediano plazo (2009-2010)	Indicadores	Responsable	Nº	Plan de Acción de largo plazo (2010 en adelante)	Responsable
4. Fortalecer y armonizar el Marco Normativo relativo al mercurio.	4.1	Adoptar normativas nacionales basadas en recomendaciones Internacionales	4.1.1	Se estudiará la posibilidad de incorporar al Mercurio como parámetro en la norma de Centrales Termoeléctricas y la exigencia de caracterización de contenido de Mercurio en el carbón.	Existencia de Norma que incorpora al mercurio como parámetro en la norma  Porcentaje de consumo carbón caracterizado con mediciones	CONAMA, CNE, SEC MINERÍA, ECONOMÍA, MINSAL MINAGRI							
			4.1.2	Modificar Norma Chilena de Calidad de los Combustibles.	Porcentaje de tipos de combustible con norma de calidad	SEC, CNE, CONAMA							
	4.2	Mantener un registro actualizado de la legislación aplicable al mercurio	4.2.1	Analizar y definir criterios uniformes en las exigencias solicitadas a la industria del cemento.	Porcentaje de plantas cementeras con las exigencias uniformes solicitadas	CONAMA							
	4.3	Revisar los vacíos legales relacionados con el mercurio	4.3.1	Regulación de todo el ciclo de vida del mercurio.	Cantidad de escapes de ciclos de vida de subcategorías de fuentes que han sido reguladas	MINSAL	4.3.1	Establecer límites máximos de contenido de mercurio en los productos que ingresan al país que no cuenten con sustitutos	Porcentaje de productos que ingresan al país que no cuentan con sustitutos al mercurio	MNSAL	4.3.1	Prohibición de productos con contenido de mercurio que cuenten con sustitos en el mercado, de acuerdo a legislación internacional	MINSAL y Otros Organismos
							4.3.2	Protocolo de Análisis para las mediciones de metilmercurio	Existencia de un protocolo para el análisis de metilmercurio en distintos medios	MINSAL			



Objetivos Específicos	N°	Líneas de Acción	N°	Plan de Acción de corto plazo (2008-2009)	Indicadores	Responsable	N°	Plan de Acción de mediano plazo (2009-2010)	Indicadores	Responsable	N°	Plan de Acción de largo plazo (2010 en adelante)	Indicadores	Responsable
5. Gestionar de manera racional los sitios con presencia de mercurio	5.1	Poner en marcha un programa piloto de caracterización de la problemática del mercurio en la comuna de Andacollo	5.1.1	Generar una mesa de trabajo intersectorial con los distintos actores involucrados.	Número de actores involucrados participantes en la mesa de trabajo	CONAMA	5.1.1	Realizar estudios de monitoreo de mercurio en los diferentes componentes ambientales comprometidos	Número de monitoreos realizados en los diferentes componentes ambientales		5.1.1	Difundir y sensibilizar a los actores pertinentes en base a los resultados de los estudios realizados	Número de "actores pertinentes" a los cuales se logró difundir y sensibilizar, en base a los resultados de los estudios	CONAMA
	5.2	Identificar otros sitios con potencial presencia del mercurio					5.2.1	Levantar nueva información de sitios potencialmente contaminados con mercurio	Cantidad de Información nueva recopilada	CONAMA	5.2.1	Aplicar metodología de identificación de sitios en base a la metodología existente	Número de nuevos sitios identificados	CONAMA

Objetivos Específicos	Nº	Líneas de Acción	Nº	Plan de Acción de corto plazo (2008-2009)	Indicadores	Responsable	Nº	Plan de Acción de mediano plazo (2009-2010)	Indicadores	Responsable	Nº	Plan de Acción de largo plazo (2010 en adelante)	Indicadores	Responsable
6. Institucionalizar el Inventario de Usos, Consumos y Emisiones de Mercurio en el RETC.	6.1	Complementar infraestructura existente	6.1.1	Incorporar el contaminante mercurio en la Circular MINSAL N° B32/23 del 2006 que imparte instrucciones de aplicación del D.S MINSAL 138/2005, ampliar los sectores (extracción minera, rellenos sanitarios, etc.) y agregar información relativa al mercurio de manera que permita estimar sus emisiones, principalmente información de contenidos de mercurio en: materia prima, combustible, productos intermedios, productos finales, emisiones.	Porcentaje de Sectores Industriales que tienen liberaciones de mercurio incluidos en el Formulario Electrónico 138 / D.S. 138/2005 MINSAL, con los parámetros adecuados para la estimación de sus emisiones según la metodología del Instrumental	MINSAL								
			6.1.2	Para el sector industrial Incorporar métodos de cálculo de emisiones al aire del instrumental del mercurio en el modelo de emisiones SAIE. Incorporar métodos de estimación del instrumental para fuentes areales en el SAIE.	Porcentaje de subcategorías de fuentes areales incluidas en el modelo de cálculo de emisiones	CONAMA, MINSAL								

			6.1.3	En residuos peligrosos se debe complementar información de composición actualmente manejada por empresas de manejo (tratamiento específico).	Porcentaje de residuos sólidos con contenidos de mercurio incorporados al RETC, que cuentan con la cantidad de mercurio contenida en el residuo	MINSAL								
							6.1.4	En productos nuevos con contenido de mercurio, en trabajo conjunto con el Servicio Nacional de Aduanas, mejorar la identificación y caracterización de productos que contienen mercurio.	Porcentaje de productos nuevos con contenido de mercurio incorporados al RETC	Servicio Nacional de Aduanas, MINSAL, CONAMA				
	6.2	Generación de nueva infraestructura	6.2.1								6.2.1	Generar sistema de seguimiento de la cadena de distribución para la incorporación de una distribución espacial.	Porcentaje de productos que contienen mercurio con exigencia de reportes y sistemas de administración	MINSAL CONAMA

## 6 Referencias

1. "Instrumental para la identificación y cuantificación de liberaciones del mercurio". Borrador preliminar, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Noviembre 2005.
2. "Elementos Base para la Gestión Ambiental del Mercurio en Chile", Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Claudia Jara, 16/04/2007
3. "Diagnóstico de la Gestión de pilas y su peligrosidad como residuos en Chile", trabajo de titulación para optar al título de Ingeniero de ejecución en Ambiente, USACH, Torres, M.
4. Wiener James G., Krabbenhoft David P., Gary H. Heinz y Anton M.Scheuhammer, "*Handbook of Ecotoxicology*", Sección II. Contaminant Sources and Effects, Ecotoxicology of Mercury, 2003, Lewis Publishers by CRC Press LLC, Segunda edición, Cap.16.
5. Ronald Eisler, Ph. D., "*Handbook of Chemical Risk Assessment. Health Hazards to Humans, Plants, and Animals*", 2000, U.S. Geological Survey, Lewis Publishers, Volumen 1.
6. Ming-Ho Yu, "*Environmental Toxicology. Biological and Health Effects of Pollutants*", 2005, Second Edition, CRC Press.
7. Varios autores, "*Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile 2005*", Geo Chile, Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile, Chile, Sept. 2006, 371 pp.
8. Higuera Pablo, Oyarzún Roberto, Oyarzún Jorge, et al., "*Environmental assessment of copper-gold-mercury mining in the Andacollo and Punitaqui district, northern Chile*", Editorial handling, Applied Geochemistry 19, 2004, 1855-1864.
9. Oyarzún Jorge, Oyarzún Roberto, Pavicic S., "*Estudio geoquímico prospectivo en un distrito de Cu-Au-Hg asociado a zona de cizalla: Punitaqui, Chile*", Boletín geológico y Minero, 2001, Vol. 112, N° 2, pp. 75 – 84.
10. Díaz Oscar, Encina Francisco, et al., "*Influencia de variables estacionales, espaciales, biológicas y ambientales en la bioacumulación de mercurio total y metilmercurio en *Tagelus dombeii**", Revista de Biología Marina y Oceanografía, Julio de 2001, Vol: 36 (1), pp 15 – 29.
11. Varios autores, "*Atlas de Faenas Mineras, Mapas y Estadísticas de Faenas Mineras de Chile*", N° 3, Región V, VI, XIII, 2002, Servicio Nacional de Geología y Minería.
12. Valenzuela Pedro, "*Pequeña Minería, Potencial Riesgo Ambiental por Mercurio, Región de Coquimbo, Chile*", Taller Regional para Fomentar la Sensibilización Sobre la Contaminación Causada por el Mercurio, Sept. 2004, Buenos Aires, Argentina.

13. Instituto Nacional de Estadísticas, "*Estudio determinación del Universo de los Pequeños Mineros Artesanales de Chile*", Ministerio de Minería, Gobierno de Chile, Dic 2005, 65pp.
14. "*Estadísticas en Consumo de Cemento*". Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. Disponible En: [www.ich.cl](http://www.ich.cl) .
15. "*Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile*", Corporación Nacional Forestal Chile, 1997. Disponible en: [www.conaf.cl](http://www.conaf.cl). (Última visita: 25 de Enero de 2007).
16. Fritis Ricardo, "*La Producción de Mercurio en Chile*", Anales del Primer Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas y Geología, Tomo Cuarto, Enero 1942, Santiago, Chile, pp 1626-1635.
17. Silva B. Washington, "*Presencia de mercurio en tranques de relaves de plantas de amalgamación en la Región de Atacama (CHILE)*", Revista de la Facultad de Ingeniería, N° 014-015, 2000, Universidad de Atacama, Copiapó, Chile.
18. "*Diario Oficial de la Unión Europea*", EUR-Lex: El Derecho de la Unión Europea. Disponible en: <http://europa.eu>.
19. "*Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo*", Estrategia comunitaria sobre el mercurio, Enero de 2005, Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas. Disponible en: [http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/com\\_2005\\_0020\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/com_2005_0020_es.pdf).
20. "Plan de Acción Regional de América del Norte sobre Mercurio", Fase II, Marzo de 2000, Equipo de Tarea de América del Norte para la Instrumentación del PARAN sobre Mercurio. Disponible en: <http://www.cec.org/files/PDF/POLLUTANTS/Hgparan.pdf>.
21. "*Mercurio No*", Salud Sin Daño, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://noalaincineracion.org/wp-content/uploads/mercuriono.pdf>. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA Productos Químicos, "*Instrumental para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Mercurio*", Borrador Preliminar, Ginebra, Suiza, Cap. 5, 171. Nov 2005.
22. "Mercury substitution priority working list: An input to global considerations on mercury management" del Nordic Council of minister, Mayo 2007
23. "Guide for Reducing Major Uses and Releases of Mercury", United Nations Environmental Programme Chemicals, Junio 2006.
24. "Mecanismos para el rastreo de las importaciones y exportaciones canadienses de mercurio para uso y disposición", Mark S.Winfield y Hugh J. Benevides, Programa de rectoría ambiental Instituto Pembina para el Desarrollo Adecuado, marzo 2002.

25. "Desarrollo de un plan de gestión de riesgos para un Producto Químico Prioritario", UNITAR, Octubre 2007
26. "Guía para la gestión de sustancias químicas", GTZ Deutsche Guesellschaft fur Technische Zusammenarbeit, abril 2004.
27. "Memoria del taller nacional de establecimiento de prioridades para la gestión racional de sustancias químicas", Environment Canada, UNITAR y Comisión Europea, Ministerio medio ambiente y energía Costa Rica, 10 y 11 de Noviembre 2005.
28. "Risk Management Strategy for mercury containing products", Edwina Lopez, Environment Canada, Environmental protection Operations division, Ontario, Diciembre 2007.
29. "Best available techniques for mineral oil and gas refineries, european integrates pollution prevention and control (IPCC) Burau, IPTS, BREF Oil & Gas, Sevilla February 2003, available at [http:// eippcb.jrc.es/pages/fmambers.htm](http://eippcb.jrc.es/pages/fmambers.htm)
30. Cortes, Sandra and Fortt, Antonia (2007) 'Mercury content in Chilean fish and estimated intake levels', Food Additives & Contaminants, 24:9, 955 – 959.